

Département de géomatique appliquée
Faculté des lettres et sciences humaines
Université de Sherbrooke

Analyse du respect de la priorité piétonne et de l'environnement de huit
passages pour piétons à Montréal

Marion Pécot

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de
Maître ès sciences géographiques (M. Sc.)
Cheminement en environnements géographiques

Février 2018

© Marion Pécot

Identification du jury

Directeur de recherche :

Jean-François Bruneau, Professeur associé, Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke.

Membres du jury :

Mickael Germain, Professeur associé, Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke.

Patrick Morency, Spécialiste en Santé publique et médecine préventive, Professeur adjoint de clinique à l'Université de Montréal, Direction de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'île-de-Montréal.

Résumé

La forte densité de population, les problèmes environnementaux ou de circulation, mènent les villes à modifier leurs aménagements pour accommoder divers modes de déplacements, dont les transports actifs. Les passages pour piétons non contrôlés par des feux ou panneaux d'arrêt sont des aménagements qui accordent la priorité aux piétons qui s'y engagent, mais cette priorité n'est pas nécessairement garante de leur sécurité. L'objectif de cette étude est d'élaborer une méthodologie permettant de collecter des variables environnementales et comportementales permettant de caractériser le contexte dans lequel le piéton utilise les passages pour piétons. Puis, d'évaluer le respect de la priorité piétonne, ainsi que les contextes routiers et les environnements pouvant l'impacter. Huit sites de passage pour piétons ont été étudiés à Montréal, par des mesures et des observations en premier lieu, puis par l'enregistrement de vidéos. Leur mise en relation permet d'émettre des hypothèses quant à l'impact de certaines variables sur le respect de la priorité piétonne. L'implantation de passages pour piétons ne semble pas toujours suivre des lignes directrices claires. Plusieurs types d'aménagement ont pu être observés. Le taux de respect moyen de la priorité piétonne pour l'ensemble des sites est faible (36 %), mais ceci serait en partie attribuable au contexte environnemental, car la variation des taux est très importante, entre 4 % et 79 %. Des volumes de circulation élevés semblent être défavorables au respect de la priorité piétonne, ainsi que la localisation des passages trop rapprochée des intersections. La méthodologie utilisée permet d'obtenir et de confronter les caractéristiques de l'environnement avec le comportement du conducteur. L'étude se limite à un micro-environnement (passage pour piétons) en huit sites, donc les constats ne pourraient être généralisés à l'ensemble de la ville où les données ont été collectées. Ce travail fait office de support pour de futures études. Tant par l'aspect méthodologique que par les questions qu'il soulève.

Table des matières

Chapitre 1 Introduction.....	1
Chapitre 2 Cadre théorique de l'étude.....	2
2.1 Mise en contexte : les passages pour piétons	3
2.1.1 Passages situés aux intersections.....	3
2.1.2 Passage pour piétons.....	5
2.2 Problématique.....	7
2.3 Revue de littérature.....	8
2.3.1 La place de la marche en ville	9
2.3.2 Sécurité des piétons	12
2.3.3 Traverses et passages pour piétons.....	12
2.3.4 Respect de la priorité piétonne aux passages pour piétons.....	13
2.3.5 Aménagements et outils de régulation de circulation.....	15
2.3.6 Environnement des passages pour piétons	16
2.3.7 Méthodologie de la collecte de terrain	18
2.4 Objectifs	19
2.5 Hypothèse	19
Chapitre 3 Méthodologie	20
3.1 Choix des sites d'étude.....	22
3.2 Collecte de terrain.....	27
3.2.1 Collecte préliminaire	28
3.2.2 Variables environnementales.....	28
3.2.3 Collecte vidéo	30
3.2.4 Dépouillement des vidéos.....	31

3.2.5 Volumes de circulation.....	36
3.2.6 Variables comportementales.....	36
3.2.7 Grille d'observation.....	36
3.3 Traitement et analyse des données de terrain	37
Chapitre 4 Résultats.....	38
4.1 Caractéristiques des sites étudiés.....	38
4.2 Analyse de la relation entre variables environnementales et taux de respect de la priorité piétonne	46
4.2.1 Étape préliminaire.....	46
4.2.2 Volume de véhicules	49
4.2.3 Volumes de piétons	51
4.2.4 Longueur du passage et nombre de voies de circulation	52
4.2.5 Largeur du passage	53
4.2.6 Sens des voies de circulation.....	54
4.2.7 Distance de l'intersection la plus proche.....	54
4.2.8 Largeur des trottoirs	55
4.2.9 Marge de recul	56
4.2.10 Comportement du piéton	57
4.3 Interprétation des résultats.....	58
4.3.1 Volume de véhicules	58
4.3.2 Volume de piétons.....	59
4.3.3 Longueur du passage	59
4.3.4 Largeur du passage	60
4.3.5 Sens des voies de circulation.....	60
4.3.6 Distance de l'intersection la plus proche.....	60

4.3.7 Visibilité	60
4.3.8 Marge de recul	61
4.3.9 Comportement du piéton	61
4.3.10 Variables et taux de respect	62
4.4 Discussion et limites de l'étude	64
4.4.1 Limites	64
4.4.2 Taux de respect et variables environnementales	65
Chapitre 5 Conclusion	69
Chapitre 6 Références.....	71
Chapitre 7 Annexes	78
7.1 Données de recensements	78
7.2 Coordonnées des sites étudiés	79
7.3 Base de données	80
7.4 Schémas des passages pour piétons à l'étude	87
7.5 Valeurs critiques	92
7.6 Matrice des variables environnementales.....	92

Table des illustrations

Figures

Figure 2-1: Passage à l'intersection avec feu de circulation et feu piéton	3
Figure 2-2 : Feu tricolore de circulation et feu pour piéton, avec décompte au niveau d'un passage contrôlé (SAAQ, 2012)	4
Figure 2-3 : Passage pour piétons, rue Saint-Hubert, Montréal, Canada	6
Figure 2-4 : Panneau « P-270-2-A » signalisant un passage pour piétons	6
Figure 2-5 : Répartition de la population de Montréal	10
Figure 2-6 : Part de déplacements qui impliquent une section à la marche (marche uniquement et utilisation de transport collectif) en fonction des arrondissements de la Ville de Montréal. 11	
Figure 2-7 : Estimation du taux de respect de la priorité piétonne au Québec lors d'un forum réalisé à Montréal	14
Figure 3-1 : Organigramme méthodologique	21
Figure 3-2 : Méthodologie pour le choix des sites d'étude	22
Figure 3-3: Localisation des passages pour piétons à Montréal	24
Figure 3-4 : Localisation des huit passages pour piétons étudiés à Montréal	26
Figure 3-5 : Variables et modes de collecte de données	27
Figure 3-6: Photographie d'un champ de vision adéquat - Site n°6 rue Saint Laurent- par Marion Pécot, 2014	30
Figure 3-7: Croquis d'un champ de vision requis	31
Figure 3-8 : Étapes à suivre pour extraire les données lors du visionnement des vidéos.....	33
Figure 3-9: Grille d'observation de visu	36
Figure 4-1 : Exemple de croquis pour le site # 1	39
Figure 4-2 : Passage pour piétons présentant un rétrécissement de chaussée sur la rue Saint-Hubert (# 3)	40
Figure 4-3 : Passage pour piétons avec présence d'un terre-plein séparant deux voies de circulation à sens double de circulation sur la rue Saint-Joseph (# 4).....	40
Figure 4-4 : Marquages effacés aux sites # 7 et # 6	41
Figure 4-5 : Types de configuration de chaussées des sites étudiés	42

Figure 4-6 : Volume de véhicules selon le taux respect de la priorité piétonne.....	49
Figure 4-7 : Probabilité pour un piéton d’être en interaction avec un véhicule en fonction du volume de véhicules	50
Figure 4-8 : Probabilité pour un piéton d’être en conflit avec un véhicule en fonction du volume de véhicules	50
Figure 4-9: Volume de piétons selon le taux de respect de la priorité piétonne.....	51
Figure 4-10: Ratio véhicules/piétons selon le taux de respect de la priorité piétonne	52
Figure 4-11: Longueur du passage selon le taux de respect de la priorité piétonne.....	53
Figure 4-12 : Largeur du passage selon le taux de respect de la priorité piétonne.....	54
Figure 4-13 : Distance de l’intersection la plus proche selon le respect de la priorité piétonne	55
Figure 4-14 : Taux de respect de la priorité piétonne en fonction de la largeur des trottoirs....	56
Figure 4-15 : Marge de recul selon le respect de la priorité piétonne	56
Figure 4-16: Taux de respect de la priorité piétonne selon l’action du piéton	57
Figure 7-1 : Site # 2, rue Rachel.....	87
Figure 7-2 : Sites # 3 et # 5, rue Saint-Hubert.....	88
Figure 7-3 : Site # 4, boulevard Saint-Joseph.....	89
Figure 7-4: Site # 6 et # 8 boulevard Saint Laurent	90
Figure 7-5: Site # 7 boulevard Édouard Montpetit (face Cepsum)	91
Figure 7-6 : Méthode de pointage pour les variables environnementales	93

Tableaux

Tableau 3-1 : Localisation et particularités des sites choisis.....	25
Tableau 3-3 : Variables environnementales collectées.....	29
Tableau 3-4 : Démarche à suivre pour le dépouillement des vidéos	34
Tableau 4-1: Variables environnementales	43
Tableau 4-2: Variables environnementales (suite)	44
Tableau 4-3 : Volumes de circulations	45
Tableau 4-4: Indicateurs et taux de respect de la priorité piétonne	46
Tableau 4-5 : Tests de corrélation pour les variables environnementales	48
Tableau 4-6 : Synthèse	63

Tableau 7-1 : Données de recensements modifiées.....	78
Tableau 7-2 : Longitude et latitude des huit sites étudiés.....	79
Tableau 7-3 : Test de significativité de cinq variables environnementales.....	92
Tableau 7-4 : Matrice des variables environnementales	95

Table des annexes

7.1 Données de recensements	78
7.2 Coordonnées des sites étudiés	79
7.3 Base de données	80
7.4 Schémas des passages pour piétons à l'étude	87
7.5 Valeurs critiques	92
7.6 Matrice des variables environnementales.....	92

Remerciements

L’auteure remercie en premier lieu le Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l’Électrification des Transports du Québec et l’École Polytechnique de Montréal, qui ont supporté financièrement cette recherche.

Puis, Jean-François Bruneau, professeur associé à l’Université de Sherbrooke qui a encadré la présente recherche. Ainsi que tous les professionnels ayant permis de faire avancer ce projet, lors de rencontres et colloques (Félix Gravel, Catherine Morency, Patrick Morency).

Elle remercie enfin sa famille, pour le support financier et psychologique, ainsi que ses amis et collègues de travail qui ont apporté un soutien important pendant de ce travail.

Chapitre 1 Introduction

Face à une population urbaine grandissante (Perspective Monde, 2017), de nombreuses agglomérations cherchent à encourager les moyens de transport actifs (ex. marche, vélo). Ceci, afin de réduire la circulation des véhicules et limiter les effets négatifs qui y sont liés : émissions de gaz à effet de serre, coût élevé des infrastructures, accidents, etc. L'équité et la cohésion sociale sont aussi favorisées lorsque les transports actifs le sont (Murard, 2011). Le plan de transport adopté par la Ville de Montréal (2008) intègre la Charte piétonne qui reconnaît la primauté du piéton dans l'espace urbain. Elle encourage entre autres les modes de transport actifs afin de diminuer l'utilisation de véhicules (Ville de Montréal, 2006). Elle a aussi adopté la stratégie « vision zéro » en 2016 qui présente une série d'actions pour assurer la sécurité des plus vulnérables (Piétons Québec, 2016). D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2014), depuis 2002, le Programme Paneuropéen sur le Transport, la Santé et l'Environnement intègre le développement de la marche à ses actions. Selon ce même organisme lorsque les villes encouragent la marche, elles s'exposent également à une hausse des probabilités de collisions entre piétons et véhicules, en augmentant potentiellement le nombre de piétons présents sur les chaussées (OMS, 2013). En effet, la planification des villes a été élaborée pour les conducteurs de véhicule routier. Les piétons ont été traités comme des individus capables de s'adapter sans que leurs limites psychologiques ou physiques ne soient prises en considération (Artanxa, 2002). Pour que les citoyens soient enclins à changer leurs habitudes et abandonner l'utilisation de leur véhicule au profit de la marche, il est indispensable qu'ils évoluent dans un environnement sécuritaire et confortable. Ce qui n'est pas toujours le cas d'après la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ, 2012) et l'OMS (2013).

La sécurité des piétons est menacée lorsque ceux-ci partagent le même espace que les véhicules routiers (Forum International des Transports, 2012). Ceci arrive, le plus souvent, lorsque le piéton doit traverser une chaussée (Artanxa, 2002 ; Morency et Cloutier, 2005). Les passages pour piétons sont mis en place afin de faciliter la traversée de rue aux piétons. D'après le Code de la Sécurité Routière (CSR) du Québec, les passages pour piétons non contrôlés par feux de circulation ou panneau d'arrêt sont signalés uniquement par un panneau

d'indication de passage pour piétons (P-270-2-A) et un marquage au sol. Les conducteurs doivent céder la priorité aux piétons qui traversent en ces lieux (Gouvernement du Québec, 2017). Ainsi c'est le respect de la priorité accordé au piéton de la part des conducteurs qui va permettre réellement aux piétons de traverser en ces lieux. Il est pertinent de se demander si, en l'absence de signalisation d'arrêt obligatoire, le conducteur respecte cette loi. Des recherches ont déjà montré que le comportement du conducteur pouvait être influencé par l'aménagement et la configuration routière (Grundy et al., 2009 ; Engel et Thomsen, 1992). Ainsi, les caractéristiques environnementales et le taux de respect de la priorité piétonne sont deux variables reliées, reflétant l'efficacité d'utilisation et d'implantation de l'aménagement du passage pour piétons.

L'enjeu premier de cette étude est de comprendre les conditions dans lesquelles le piéton utilise les passages pour piétons en milieu urbain, en prenant comme sites de référence huit passages pour piétons situés à Montréal. Ceci passe par l'élaboration d'une méthodologie permettant de connaître les taux de respect de la priorité piétonne et les caractéristiques de l'environnement des passages pour piétons. La collecte de ces données se fait par des mesures et des enregistrements de vidéos sur le terrain. Puis, l'analyse détaillée des caractéristiques environnementales de chaque site permet de dégager des hypothèses quant aux liens entre les taux de respect et l'environnement routier.

Cette recherche permet ainsi de soulever de nouvelles problématiques liées au déplacement des piétons en ville au niveau des passages pour piétons. Les observations sur le terrain lors de l'enregistrement des vidéos rapportent rapidement des situations de conflits entre piétons et conducteurs, confirmant qu'il est important de s'intéresser à ce sujet.

Chapitre 2 Cadre théorique de l'étude

Par une brève revue de littérature, le cadre théorique de l'étude décrit l'ensemble de la problématique dans laquelle cette recherche s'inscrit. Les hypothèses et les objectifs qui en découlent sont formulés.

2.1 Mise en contexte : les passages pour piétons

Le CSR du Québec distingue deux situations de traversée de chaussée pour un piéton. La traversée sur un passage situé à l'intersection (contrôlé par feu ou panneau d'arrêt) et la traversée sur un passage pour piétons, contrôlé par une prescription aux usagers de céder le passage aux piétons (Gouvernement du Québec, 2017).

2.1.1 Passages situés aux intersections

Les passages localisés aux intersections contrôlés sont délimités par des bandes ou des lignes blanches (Figure 2-1), selon le Ministère des Transports, de la Mobilité Durable et de l'Électrification de Transports (MTMDET, 2018), ils sont signalés par des feux de circulation ou panneaux d'arrêt. Le piéton doit se conformer aux différentes signalisations (énumérées ci-dessous), pour traverser la chaussée. L'équivalent dans la littérature anglophone peut être associé aux « *controlled pedestrian crossing* » (City of Boulder Transportation Division, 2011).



(Source : Marion Pécot, 2017)

Figure 2-1: Passage à l'intersection avec feu de circulation et feu piéton

a. Feux pour piéton et feux de circulation

Le feu tricolore (de circulation) est destiné aux véhicules routiers. Le piéton doit se conformer au feu pour piéton. L'article 444 du CSR stipule en effet que :

Lorsque des feux pour piétons sont installés à une intersection, un piéton doit s'y conformer. En face d'une silhouette blanche d'un piéton fixe, un piéton peut traverser la chaussée. En face d'une main orange fixe, un piéton ne peut s'engager sur la chaussée. En face d'un feu clignotant, un piéton qui a déjà commencé à traverser la chaussée doit presser le pas jusqu'au trottoir ou à la zone de sécurité. En face d'un feu clignotant accompagné d'un décompte numérique, un piéton peut s'engager sur la chaussée seulement s'il est en mesure d'atteindre l'autre trottoir ou la zone de sécurité avant que le feu ne passe à la main orange fixe (Gouvernement du Québec, 2007).

L'article 408 ajoute que « *le conducteur d'un véhicule routier ou d'une bicyclette doit céder le passage à un piéton qui traverse en face d'un feu fixe représentant une silhouette blanche d'un piéton ou d'un feu clignotant pour piétons* » (Gouvernement du Québec, 2017)



Figure 2-2 : Feu tricolore de circulation et feu pour piéton, avec décompte au niveau d'un passage contrôlé (SAAQ, 2012)

b. Feux de circulation uniquement

Lorsque la traversée n'est pas contrôlée par un feu piéton, mais qu'elle est contrôlée par un feu de circulation, l'art. 409 du CSR stipule que « *le piéton a priorité lorsque le feu de circulation passe au vert et lorsque ce dernier s'engage sur le passage* » (Gouvernement du Québec, 2017).

c. Panneaux d'arrêt

À une intersection contrôlée par des panneaux d'arrêt installés pour une seule chaussée ou pour toutes les directions, les articles 369 et 370 du CSR stipulent que

« [...] le conducteur d'un véhicule routier ou d'une bicyclette qui fait face à un panneau d'arrêt, doit immobiliser son véhicule et céder le passage aux piétons et aux cyclistes qui traversent la chaussée qu'il s'apprête à croiser ou à emprunter » (Gouvernement du Québec, 2017).

2.1.2 Passage pour piétons

Les passages pour piétons situés à l'extérieur des intersections, marqués au sol par des blocs jaunes et signalés aux conducteurs de véhicules par une prescription (MTMDET, 2018), correspondent à l'objet d'étude de ce mémoire (Figure 2-3). Le panneau indique sa position et la flèche sur ces panneaux doit pointer vers la chaussée et la silhouette doit être orientée vers la chaussée (Gouvernement du Québec, 2017) (Figure 2-3 et Figure 2-4). Aucun autre élément de régulation de la circulation n'est généralement présent (il existe toutefois des exceptions, comme la mise en place d'un panneau clignotant par exemple). L'équivalent dans la littérature anglophone correspond aux « *marked crosswalk* » situés aux intersections non régulées ou « *unsignalized intersection* » et les « *mid-block crosswalk* », situés hors intersections (Koepsell et al., 2002).



(Source : Marion Pécot, 2014)

Figure 2-3 : Passage pour piétons, rue Saint-Hubert, Montréal, Canada



(Source : Gouvernement du Québec, 2017)

Figure 2-4 : Panneau « P-270-2-A » signalisant un passage pour piétons

À ces endroits les piétons ont, selon l'article 410 du CSR, priorité sur les véhicules routiers présents sur la chaussée lorsqu'ils s'y engagent : *« Lorsqu'un piéton s'engage dans un passage pour piétons, le conducteur d'un véhicule routier doit immobiliser son véhicule et lui permettre de traverser et le conducteur d'une bicyclette doit également lui permettre de*

traverser ». L'article 446 ajoute que « *le piéton doit toutefois s'assurer qu'il peut traverser sans risque* » (Gouvernement du Québec, 2017). L'office des personnes handicapées du Québec recommande, via le guide pour les ministères les organismes et les municipalités, que les passages pour piétons doivent avoir une trajectoire rectiligne et entre les intersections ils doivent être perpendiculaires avec le trottoir. L'aménagement de mobilier urbain ou de végétation est à éviter et l'installation des passages pour piétons en fonction de la densité piétonne et de la proximité des commerces en favorise son utilisation (Gouvernement du Québec, 2017).

Les passages pour piétons constituent l'objet central de cette étude. Dans le cas où il est question de passages contrôlés ou situés à l'intersection, la mention en est faite.

2.2 Problématique

Considérer le piéton comme une personne vulnérable dans la sphère des transports a conduit à l'isoler et à le protéger d'une manière non adéquate (Artanxa, 2002). Il en résulte de fortes contraintes quant aux choix d'itinéraires et des risques dans ses déplacements (Artanxa, 2002 ; Greuter et Häberli, 1993). Cet ensemble, contrainte de trajet/manque de sécurité, entraîne une réduction de la mobilité d'une grande partie des piétons. Les traversées de rues semblent représenter des lieux très sensibles pour les piétons (Greuter et Häberli, 1993 ; Tom, 2008 ; FIT, 2007 ; Bergeron, 2013 ; Souissi, 2013 ; WHO, 2013), car les possibilités de conflits y sont plus nombreuses (Lane, 1994 ; Lord, 2007). Les passages pour piétons en particulier sont des lieux où la sécurité est menacée (Dupriez et Houdmont, 2008). « *Like other traffic control devices, crosswalks should not be expected to be equally effective or appropriate under all roadway conditions* »¹ (Zegeer, 2001). Les facteurs de l'environnement ayant un impact sur le comportement des conducteurs (Bergeron, 2012), il paraît intéressant de se questionner quant à l'effet de ces facteurs sur le respect de la priorité piétonne en absence de signaux d'arrêt obligatoires. En effet, il n'est pas possible de se fier entièrement au respect du CSR de la part des conducteurs pour garantir la sécurité du piéton (Ward, et al., 1994).

¹ Comme les autres outils modérateurs de trafic, les passages pour piétons ne devraient pas être considérés également efficaces ou appropriés pour tous les types de conditions routières.

Comprendre le contexte dans lequel évoluent les piétons à Montréal et cerner les problématiques de leur sécurité aux passages pour piétons apparaît comme un choix d'étude intéressant. D'une part, les objectifs de la ville (Charte du piéton de Montréal, Vision Zéro) impliquent de connaître les conditions de déplacement des usagers de la route, ceci dans le but de les optimiser. De plus, les aménagements de Montréal doivent répondre aux besoins d'une population de grande taille (1 649 519 habitants) répartie avec une forte densité (4517 habitants/km²) sur le territoire, qui compte un vaste réseau de transport collectif et de nombreux lieux d'attrait (Ville de Montréal, 2016). D'autre part, les passages pour piétons sont des aménagements dont la mise en place et la sécurité sont remises en question (Souissi, 2013 ; Dupriez et Houdmont, 2008 Zegeer, 2001). La connaissance de ces aménagements permettrait de mieux cibler les problèmes potentiels, afin que les aménagistes puissent en corriger les failles.

Trois questions de recherche peuvent être dégagées :

- Dans quel contexte les piétons évoluent-ils à Montréal et aux passages pour piétons en particulier ?
- Les conducteurs respectent-ils correctement la priorité piétonne en ces lieux ?
- Quels liens peuvent être établis entre les caractéristiques de l'environnement du passage pour piétons et le comportement conducteur (respecte ou non la priorité piétonne) ?

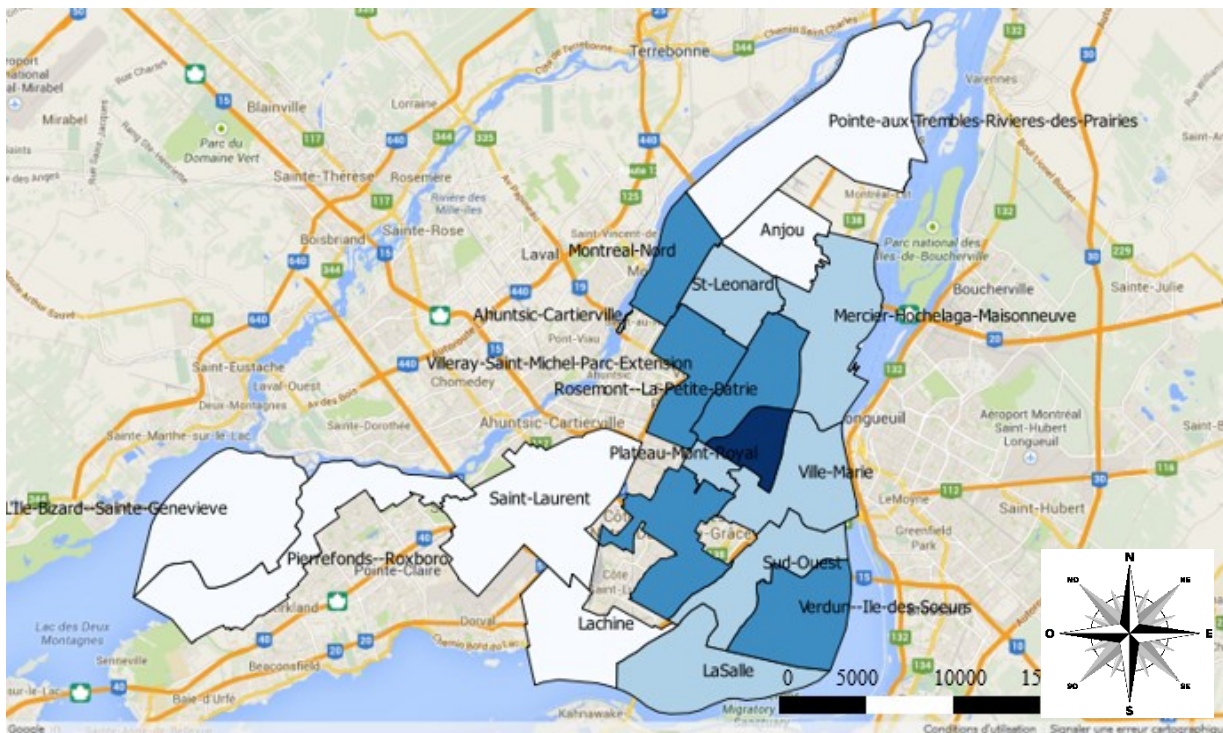
2.3 Revue de littérature

La revue de littérature permet de connaître et d'analyser les résultats et questionnements exposés par des travaux connexes antérieurs. Les thèmes abordés permettent en premier lieu de conceptualiser l'environnement piétonnier et la marche en ville. Ensuite, la sécurité et les facteurs de risques reliés aux piétons sont exposés. La méthodologie guidant la présente recherche est ensuite identifiée.

2.3.1 La place de la marche en ville

Dans un souci de développement durable, de qualité de vie pour les habitants des zones urbaines, de plus en plus de villes modifient leur plan de déplacement et développent les modes de transports dits actifs (vélo/marche) (Ville de Montréal, 2008 ; OMS, 2014). Les usagers prennent conscience que le fait de marcher procure des bienfaits tant au point de vue de la santé qu'au point de vue environnemental (WHO, 2013).

La Figure 2-5 représente la répartition de la densité de population à Montréal (habitant/km²). Elle est réalisée à l'aide des données de l'annuaire statistique de recensement de 2006 (Ville de Montréal, 2006). C'est un outil de planification qui présente l'ensemble des variables du recensement de la population de Statistiques Canada, regroupées sous 15 thèmes. Au sein de ces 15 thèmes, deux sont choisis pour être analysés : la population totale et le mode de transport (part modale des déplacements domicile – travail) pour Montréal. La Figure 2-5 rapporte que les quartiers centraux sont ceux dont la population est la plus dense.



Légende :

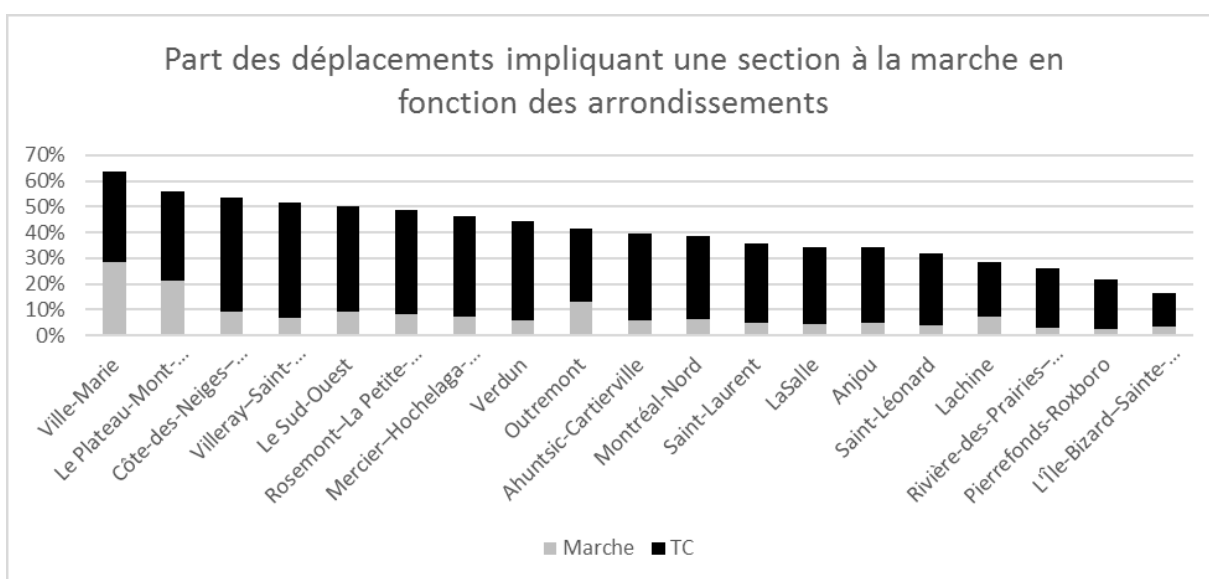
Densité de population (habitants/km ²)	
0 à 3107	
3107 6214	
6214 9322	
9322 12429,8	

(Réalisation : Marion Pécot, 2014)

Figure 2-5 : Répartition de la population de Montréal

La grande majorité (50,1 %) des déplacements effectués à Montréal sont faits en véhicule. La marche à pied exclusive obtient une part modale de 8,6 % et les transports collectifs cumulent une part substantielle des déplacements avec 36,6 % (Ville de Montréal, 2016). Cependant, l'utilisation des transports collectifs implique souvent une section de marche (Figure 2-6) puisqu'ils sont bien souvent couplés avec l'utilisation des modes de transport actifs (Murard, 2011). Chaque arrondissement possède une structure et une population différentes. À Montréal, la marche exclusive, comme moyen de déplacement domicile – travail, est très représentée dans les arrondissements du cœur de l'île, où la densité est la plus forte (Figure 2-5 et Figure 2-6) Plateau-Mont-Royal, Ville Marie, avec 21 % et 28 % des déplacements

domicile-travail effectués à la marche. C'est également dans ces arrondissements que les transports collectifs sont très utilisés (35 % de part modale). Joly et al. (2006) rapportent qu'en Amérique du Nord particulièrement, une relation positive apparaît entre la densité de population et la part modale associée aux transports collectifs, l'étalement urbain ne permettant pas une desserte efficace si la population n'est pas assez dense. Une relation positive entre la densité de population et la part modale de la marche peut ainsi être établie (lorsqu'il y a présence de transport collectif). Les artères ou routes majoritaires semblent générer plus de déplacements piétons et conducteurs en milieu urbain et sont souvent associées à des taux de piétons blessés plus élevés (Morency, 2013 ; Schuurman et al., 2009).



(Modifié de : Ville de Montréal, 2016)

Figure 2-6 : Part de déplacements qui impliquent une section à la marche (marche uniquement et utilisation de transport collectif) en fonction des arrondissements de la Ville de Montréal.

À Montréal, la part modale associée à la marche exclusive semble légèrement plus élevée que dans d'autres villes canadiennes qui reportent des valeurs plus faibles avec 5 % pour Toronto, 6 % pour Vancouver et 7 % pour Ottawa en 2006 (EPOMM, 2015). En Europe, la marche comme moyen de transport exclusif atteint une moyenne de 22 % pour les villes de plus de 100 000 habitants. Ces valeurs se rapprochent de celles observées dans les quartiers centraux de Montréal (Figure 2-6). Cependant, les villes américaines et européennes sont difficilement

comparables, car leur organisation est très différente (étalement urbain, transports collectifs, conception routière, etc.).

2.3.2 Sécurité des piétons

Les travaux de nombreux chercheurs ont mis en exergue le fait que les piétons n'étaient pas des usagers de la route en sécurité. Sur le plan international, le Forum International des Transports (FIT, 2012) rapporte que plus de 20 000 piétons sont tués chaque année, dans des pays membres de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques. Ce nombre représente de 8 % à 37 % des tués sur la route selon le pays. En moyenne mondiale, les piétons représentent 22 % des décès sur la route (WHO, 2013). Au Québec, entre 2007 et 2010, de 54 à 74 décès de piétons par an sont dus à une collision avec un véhicule routier. Selon les rapports de police, c'est plus de 3000 piétons qui sont blessés (blessures légères et graves) annuellement. L'île de Montréal compte plus de 1400 blessés par an, soit plus de la moitié de ceux enregistrés pour l'ensemble du Québec (SAAQ, 2012). En milieu urbain plus particulièrement, la sécurité des piétons paraît fragilisée. Pour l'Union européenne, 70 % des décès de piétons surviennent en milieu urbain. Ce taux est de 75 % pour les États-Unis (WHO, 2013). À Montréal, Souissi (2013) souligne que 80 % des piétons montréalais jugent qu'il est sécuritaire de se déplacer à pied sur l'Île. Dans les faits, les rapports d'accidents de véhicules routiers rapportent des informations plus inquiétantes. Même si la Direction de santé publique note que le nombre de piétons blessés diminue depuis quelques années (Morency, 2010), cette diminution serait plutôt attribuable à une diminution de la marche.

2.3.3 Traverses et passages pour piétons

En théorie, un piéton est exposé à un risque lorsqu'il se trouve ou va occuper, en même temps qu'un véhicule, le même espace, au même moment (Artanxa, 2002), c'est à dire lorsque le piéton marche sur la chaussée. Ces situations se retrouvent soit en absence de trottoir, pour contourner un obstacle ou pour traverser. Ainsi, la plupart des collisions surviennent lorsque le piéton traverse la route (WHO, 2013 ; DaSilva, 2003). En établissant une cartographie des blessés de la route sur l'île de Montréal en 2005, Morency fait le même constat. Dans 58 %

des cas de collision, toute catégorie d'usagers confondue, l'accident s'est produit à une intersection. Les piétons paraissent encore plus vulnérables aux intersections, puisque 63 % d'entre eux sont blessés à ces endroits. En observant les collisions de type « véhicule-piéton », Souissi (2013) montre qu'elles sont reliées à 18 % des intersections présentes sur l'île de Montréal. Il précise que 85 % des collisions véhicules-piétons se produisent à l'intérieur d'un rayon de 30 m d'une intersection (Souissi, 2013).

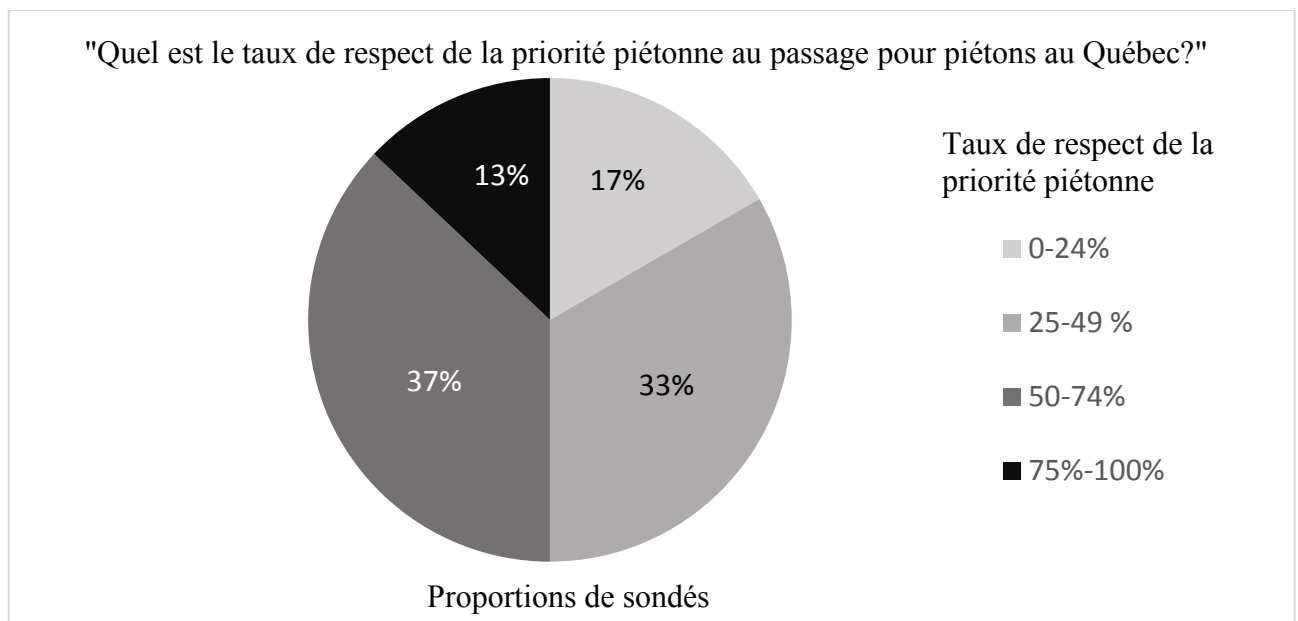
En France, 34 % des accidents corporels impliquant au moins un piéton se produisent à l'intersection (Tom, 2008). Traverser la rue pour un piéton l'expose à un danger (Greuter et Häberli, 1993 ; Tom, 2008 ; FIT, 2007 ; Bergeron, 2013 ; Souissi, 2013 ; WHO, 2013) en raison d'un grand nombre de points de conflits entre piétons et conducteurs (Lane, 1994 ; Lord, 2007). Les passages pour piétons en particulier sont des lieux où la sécurité est menacée. Un tiers à la moitié des accidents survenant lors d'une traversée se produisent sur des passages pour piétons (FIT, 2012) et un tiers des piétons y sont blessés (Dupriez et Houdmont, 2008).

L'étude de Herms (1972) rapporte que lorsqu'ils sont non contrôlés, les passages pour piétons marqués comptabilisent deux fois plus de collisions que les passages pour piétons non marqués. À Bruxelles, Dupriez et Houdmont (2008) rapportent que 40 % des accidents de piétons traversant une chaussée se produisent sur un passage pour piétons et plus de 20 % à moins de 30 m. Koepsell et al (2002) concluent aussi que les passages pour piétons sont associés à l'augmentation du risque de collision, chez les personnes âgées, en absence de panneau d'arrêt ou de feu de circulation. Les raisons qui expliquent ces résultats ne sont pas identifiées et il est possible que la présence seule d'un passage pour piétons apporte un faux sentiment de sécurité au piéton (Koepsell et al., 2002). Dans certaines situations, le piéton peut penser à tort que le conducteur va s'arrêter s'il s'apprête à traverser (Dupriez et Houdmont, 2008). Le manque d'informations, quant à l'impact de la configuration routière (ex. : nombre de voies de circulation, volume de circulation ou autres caractéristiques routières), rend un grand nombre d'études sur le sujet peu précises (Zegeer, 2001).

2.3.4 Respect de la priorité piétonne aux passages pour piétons

La sécurité des usagers d'un passage pour piétons est essentiellement décrite par le taux de respect de la priorité piétonne (Schroeder et Rouphail, 2010). En effet, aux passages pour

piétons, l'arrêt des conducteurs n'est pas dicté par la présence de signalisation d'arrêt obligatoire ou d'un feu rouge (Hatfield, 2009), mais plutôt à un comportement de vigilance et d'arrêt conditionnel, s'il y a manifestation de la part du piéton de son besoin de traverser. À Riyad, l'étude d'Al-Ghamdi (2002) réalisée à l'aide de rapports de police établit que les collisions impliquant piéton(s) et véhicule(s) pouvaient provenir du fait que les conducteurs ne cédaient pas la priorité accordée aux piétons. Britt (1995) avait émis les mêmes hypothèses et rapporte que 80 % des conducteurs ne s'arrêtent pas au passage pour piétons. Hakkert (2002) rapporte que 76,9 % des conducteurs qui s'arrêtent pour laisser passer un piéton, le font lorsque ce dernier est déjà sur le passage. À Montréal, lors d'un forum de discussion regroupant des experts en circulation et sécurité routière (Figure 2-7), des policiers et des représentants d'organismes et du milieu associatif, seulement 13 % des répondants ont estimé que les conducteurs respectent la priorité piétonne dans au moins 75 % des cas (Bruneau et Morency, 2016).



(Tiré et modifié de : Bruneau et Morency, 2016)

Figure 2-7 : Estimation du taux de respect de la priorité piétonne au Québec lors d'un forum réalisé à Montréal

Des recherches ont mis en avant la variabilité dans le nombre de conducteurs qui cèdent le passage au piéton en fonction de l'environnement et soulignent que certains aménagements peuvent augmenter ce nombre (Fitzpatrick et al. 2005). Selon Dupriez et Houdmont, (2008), *« l'erreur humaine est le facteur premier de la plupart des accidents de la circulation »*. Ces erreurs résultent en grande partie de la configuration et de la dynamique entre infrastructure, environnement et conducteurs (Van Elslande, 1997 ; Bergeron, 2002).

2.3.5 Aménagements et outils de régulation de circulation

Comme le soulevait déjà Herms (1973), le problème n'est pas de savoir s'il faut implanter un passage pour piétons à tel endroit, mais plutôt de savoir s'il est un outil approprié pour mener les piétons à traverser. Généralement, l'environnement routier et l'organisation de l'espace public sont modulables pour influencer le comportement des usagers de la route pour qu'ils adoptent un comportement sécuritaire, (Fleury, 1998 ; Millot, 2003 ; Grundy et al., 2009 ; Vis et al., 1992 ; Engel et Thomsen, 1992) comme par exemple s'arrêter au passage piéton.

Le New York City Department of Transportation (NYCDT, 2012) a observé que la modification des infrastructures routières et l'implantation de nouveaux outils de régulation de circulation pour les véhicules avaient permis d'améliorer le confort et la sécurité des usagers, mais également de diminuer efficacement la vitesse pratiquée par les automobilistes :

- Diminution de 28 % des collisions avec blessé(s) ;
- Diminution 39 % des collisions avec piéton(s) blessé(s) ;
- Diminution de 31 % des collisions avec cycliste(s) blessé(s) ;
- Augmentation de l'achalandage piétonnier ;
- Réduction de la vitesse des automobilistes.

Dans son étude, Vis (1992) conclut qu'un panneau de limite de vitesse de 30km/h ne permet pas, à lui seul, de faire réduire la vitesse pratiquée à un niveau si bas. Si les infrastructures conduisent naturellement à un respect de la limitation de vitesse (rue étroite, pavée...) alors il ne sera pas nécessaire d'apporter plus de modifications. En revanche, si la chaussée est trop large et qu'elle encourage une vitesse élevée, il sera important d'installer des outils

d'aménagements (Certu, 2009). La présence de trottoirs, par exemple, diminue le risque de conflits en séparant les piétons des automobilistes (Morency, 2013). Ces principes sont intéressants à prendre en compte au niveau de passage pour piétons. Le comportement du conducteur peut être influencé grâce à l'aménagement et la configuration routière (Grundy et al., 2009 ; Engel et Thomsen, 1992). Il est donc important de comprendre quels sont les rapports entre la marche et l'environnement urbain, qui ont une grande influence sur les comportements des conducteurs (Van Elslande, 1997).

Il est donc pertinent de se demander si l'environnement des passages pour piéton est pris en compte afin d'induire l'arrêt des conducteurs, comme il est possible d'induire une réduction de vitesse.

2.3.6 Environnement des passages pour piétons

Marcher dans un environnement où la conception des voies de circulation et le manque d'équipements permettent une vitesse élevée et ne tiennent pas suffisamment compte de l'accès des piétons aux intersections, augmente le risque de blessures lors de collision et limite le piéton dans ses déplacements (WHO, 2013 ; Souissi, 2013 ; Murard, 2011). Selon l'enquête réalisée par Souissi (2013), pour une majorité de piétons montréalais (59 %), les conducteurs représentent la menace la plus grande à leur sécurité. Pour 18 % d'entre eux, la vitesse des conducteurs en est la cause principale. De manière générale, la vitesse est un des facteurs de risque le plus fréquemment cité dans la littérature. La vitesse du véhicule influence grandement la puissance de l'impact du choc potentiel et modifie le temps d'arrêt du véhicule sur la chaussée. À une vitesse de 50 km/h, la distance d'arrêt est de 36 mètres alors qu'elle est de 27 mètres à 40 km/h (WHO, 2013). Aux passages pour piétons, la vitesse pratiquée par le conducteur paraît influencer la décision de s'arrêter pour laisser passer le piéton (Hassan, 2005), avec des vitesses élevées, la probabilité de s'arrêter diminue (Sun et al., 2002).

Lors d'une traversée de rue, un des facteurs de risque important énuméré par Bonnet et Lasarre, (2008), est la longueur de la chaussée. En effet, la réduction du nombre de voies de circulation permettrait d'améliorer la sécurité du trafic (WHO, 2013). Les études de Zegeer (2001, 2002) au sujet des passages pour piétons prennent en comptes différents paramètres tels que les volumes de circulation ou la largeur de rue. Il souligne aussi que l'efficacité, en

matière d'usage d'un passage, ne réside pas dans le fait qu'il soit marqué ou non, mais plutôt dans le nombre de voies de circulation à traverser. Dupriez et Houdmont (2008) recommandent que la traversée ne soit pas supérieure à 4,5 m pour un sens de circulation et 6,5 m pour deux sens de circulation. Un dimensionnement adéquat de la traversée permet de limiter les risques de collision en réduisant la distance d'exposition à un véhicule (Dupriez et Houdmont, 2008). Ainsi, les îlots de refuge et les rétrécissements de chaussée permettent de réduire la distance à parcourir. Johnson (2005) rapporte par exemple que des saillies de trottoir semblent favoriser l'arrêt du conducteur au passage pour piétons. De plus, des voies de circulation plus large entraînent des vitesses élevées en ces lieux (Dupriez et Houdmont, 2008). Or, comme cela a déjà été mentionné plus tôt, la probabilité de s'arrêter au passage pour piétons diminue avec des vitesses élevées (Sun et al., 2002).

La visibilité du passage et du piéton est indispensable pour que le conducteur s'arrête. La visibilité du piéton peut être différente en fonction de la position des conducteurs et elle dépend de nombreux paramètres comme la couleur des vêtements par exemple (Harrell, 1994). Les stationnements peuvent représenter des masques à la visibilité pour les conducteurs (Dupriez et Houdmont, 2008, Gomez et al. 2012). Par exemple, en rendant le passage plus visible, la présence d'une lumière peut engendrer des taux de respect de la priorité piétonne plus élevés (Fitzpatrick et al., 2005 ; Van Houten et al., 2008, Shurbutt, 2009). Le marquage peut aussi avoir une incidence sur les vitesses pratiquées. En effet, une réduction de la vitesse pratiquée par les conducteurs a été notée lorsque le passage était marqué, que le piéton établisse un contact visuel ou non (Knoblauch et al., 2001).

La position du passage pour piétons est aussi à prendre en compte. Dupriez et Houdmont (2008) estiment qu'une distance de 100 mètres est recommandée pour que le véhicule ait le temps de voir, ralentir et s'arrêter confortablement au niveau du passage pour piéton.

Le volume de circulation peut avoir un impact sur la sécurité du piéton (Ewing, 2009). Selon Nordback et al. (2015), les comportements des conducteurs peuvent s'influencer entre eux : un conducteur qui ne s'arrête pas peut influencer celui qui le suit à faire de même. Ce phénomène est d'autant plus marqué lorsque les volumes de circulation sont élevés. Morency (2011) rapporte que la moitié des enfants blessés aux intersections le sont là où le volume de circulation est fort ou sur les routes majeures. Le Manual of Uniform Traffic Control Devices

(FHWA, 2009), recommande d'installer les passages pour piétons là où les concentrations de piétons sont élevées. Il existe en effet, selon Jacobsen (2003), une relation directe entre le nombre de piétons et leur sécurité.

Si l'environnement routier n'est pas adéquat pour l'implantation d'un passage pour piétons, il est souhaitable soit d'en modifier les caractéristiques, si cela est possible, soit d'implanter un passage pour piétons à un endroit plus approprié (Dupriez et Houdmont, 2008).

2.3.7 Méthodologie de la collecte de terrain

Selon Paquin (2012) : « Pour développer un cadre bâti urbain favorable aux déplacements actifs fonctionnels, confortables et sécuritaires, il est nécessaire d'étudier celui qui existe actuellement et d'identifier les éléments lacunaires à modifier ». Son étude s'est intéressée au manque de connaissances reliées à la configuration de l'environnement urbain, dans l'objectif de promouvoir les modes de transports actifs. En relevant les variables de l'environnement, l'étude offre un outil permettant d'évaluer le potentiel piétonnier d'un quartier.

L'évaluation de la sécurité aux passages pour piétons est difficile à faire, particulièrement lorsque le passage n'est pas contrôlé (Schroeder et al., 2009). Ainsi, il est accepté le plus souvent que l'efficacité et la sécurité du passage pour piétons peuvent être décrites par un ensemble de caractéristiques, par exemple la moyenne des taux de respect de la priorité piétonne, observée en un site (Schroeder et Roupail, 2010).

Dans leurs études, Hakkert (2002) et Schroeder (2010) cherchent à établir un lien entre les facteurs de l'environnement et le comportement du conducteur (cède ou non la priorité) aux passages pour piétons. Ces études prennent en compte des observations avant et après l'implantation d'un dispositif signalant la présence du piéton au conducteur. La première se fait grâce à des observateurs sur le terrain, quatre sites sont visités à trois reprises. La deuxième grâce à l'enregistrement de vidéos en deux sites et comptabilise 24 heures de vidéo (deux fois 12 heures). Ces deux recherches ne prennent pas en compte les caractéristiques de la configuration routière, mais précisent que les sites étudiés sont choisis où le volume de piétons est important (Schroeder, 2010). Elles ont cependant pu démontrer que l'installation d'un dispositif lumineux signalant la présence du piéton rapportait une diminution de 2 à 5

km/h de la vitesse pratiquée par les conducteurs et des augmentations des taux de conducteur qui cèdent la priorité (Hakkert, 2002). Saunier (2015) a aussi recours à l'enregistrement vidéo afin de mieux comprendre les problématiques liées aux déplacements actifs. Il a analysé les interactions piétons/cyclistes avec enregistrements de vidéos. Ceux-ci permettent de récolter les interactions et les conflits entre piétons et cyclistes à un carrefour, via une analyse automatisée des vidéos.

La difficulté de ce sujet est de connaître les taux de respect de la priorité piétonne. Lorsque les impacts environnementaux sont connus, Schroeder (2010) et Sun et al. (2002), démontrent qu'il est utile et pertinent d'utiliser un modèle pour arriver à prédire les taux de respect de la priorité piétonne grâce à des paramètres environnementaux.

2.4 Objectifs

Cette recherche poursuit un objectif principal, soit de connaître les conditions dans lesquelles les piétons se déplacent, spécifiquement à huit sites de passages pour piétons à Montréal.

Deux objectifs spécifiques permettent d'y parvenir :

- élaborer une méthodologie pour mesurer le respect de la priorité piétonne sur différents types de passages pour piétons situés à l'extérieur des intersections et gérés par des panneaux prescriptifs indiquant la priorité aux piétons.
- tenter d'identifier l'impact des facteurs et des caractéristiques de l'environnement routier sur les taux de respect de la priorité piétonne, en analysant leurs variations.

2.5 Hypothèse

Les passages pour piétons permettent aux piétons de traverser la rue, mais la priorité qui leur est accordée n'est pas systématiquement respectée. Les taux de respect de la priorité piétonne reflètent le comportement du conducteur, qui est influencé par les caractéristiques environnementales. Tous deux ont un impact sur la sécurité aux passages pour piétons.

Chapitre 3 Méthodologie

La méthodologie employée s'articule en trois phases principales. La première correspond au choix des sites d'étude. S'en suit la collecte de données sur le terrain par des prises de mesures et de vidéos. Leur dépouillement mène à l'acquisition de variables environnementales (caractéristiques de l'environnement), comportementales (taux de respect de la priorité piétonne, engagement du piéton) et des volumes de circulations (nombre de piétons et véhicules par heure). La dernière phase consiste à mettre en relation les variables récoltées avec les taux de respect de la priorité piétonne.

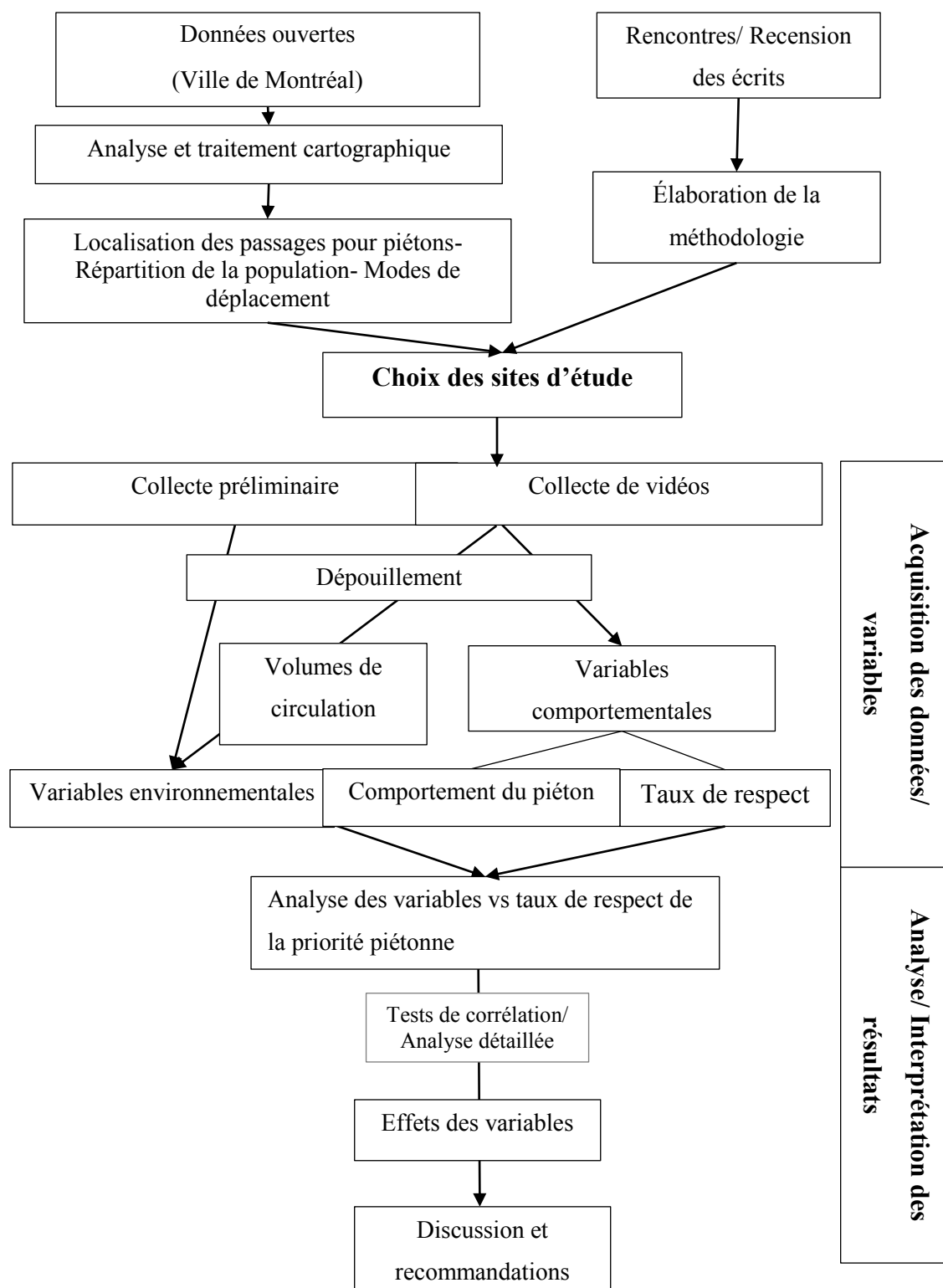


Figure 3-1 : Organigramme méthodologique

3.1 Choix des sites d'étude

Les sites à l'étude sont choisis sur le territoire de la Ville de Montréal. Il s'agit d'une sélection de passages pour piétons situés dans les quartiers susceptibles d'être les plus fréquentés par les piétons, afin de maximiser les chances d'observer des interactions. Dans un premier temps, les arrondissements de Montréal les plus fréquentés par les piétons sont identifiés. Puis, l'ensemble des passages pour piétons de la Ville sont localisés, afin de sélectionner ceux qui feront l'objet de la collecte de données. La Figure 3-2 ci-dessous rend compte de la méthodologie et des outils employés pour choisir les sites d'étude.

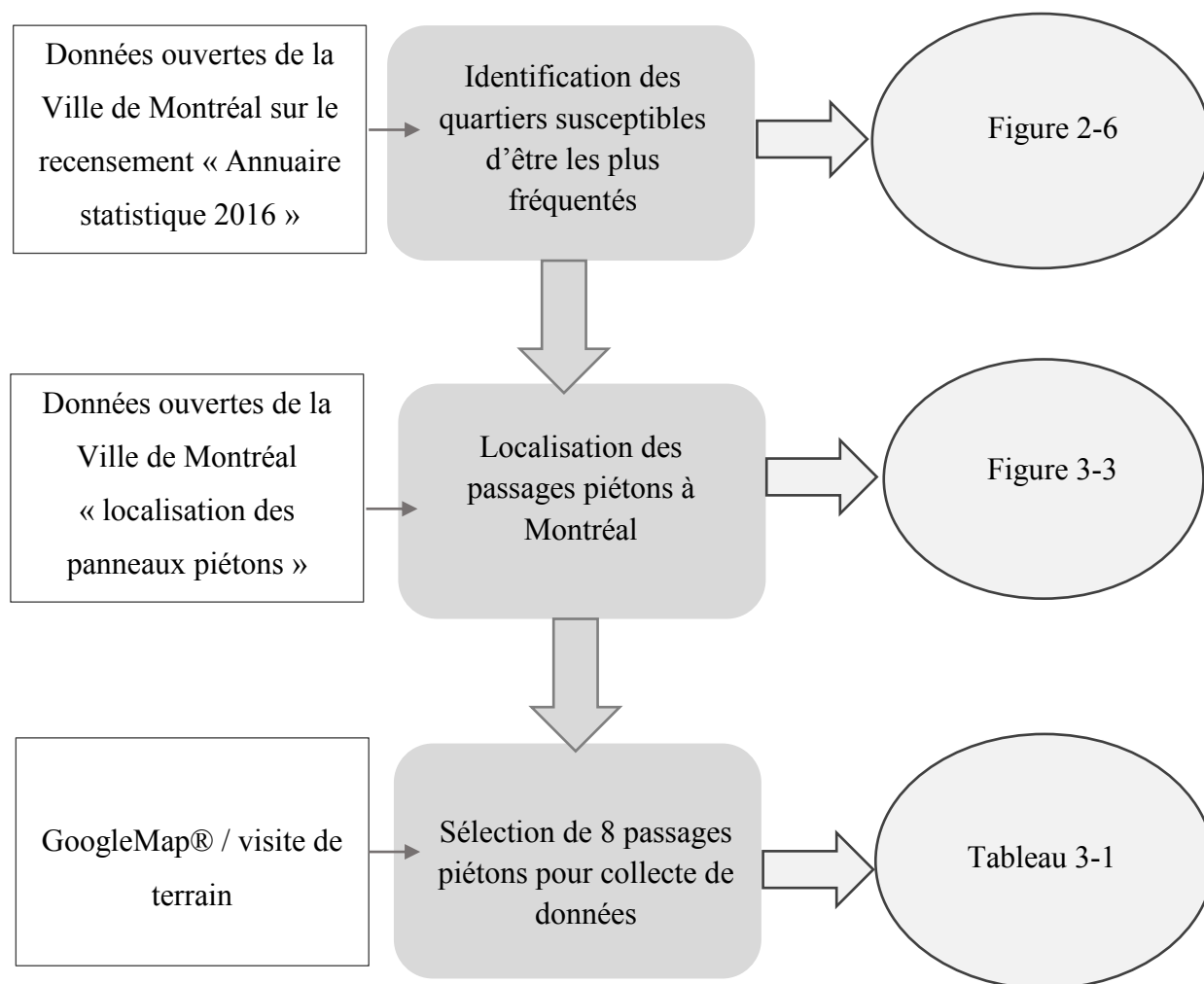


Figure 3-2 : Méthodologie pour le choix des sites d'étude

Le portail de données ouvertes de la Ville de Montréal met à disposition une base de données concernant les panneaux destinés aux piétons à Montréal. Dans cette base de données, à chaque panneau est associée une série de variables, certaines sont inutiles pour l'étude et ne sont pas exploitées. En revanche, la variable « type de panneau » ainsi que les coordonnées vectorielles associées à chaque panneau sont retenues. Les panneaux correspondent par exemple, à des passages pour personnes avec des limitations (visuelle ou auditive), des passages pour écoliers, ou des interdictions pour piétons, ceux-ci ne sont donc pas utiles dans le cadre de cette étude. Seuls les panneaux correspondants aux panneaux pour passage pour piétons (P-270-2-A) sont utilisés. Les coordonnées vectorielles associées permettent de positionner sur une carte l'emplacement de 685 panneaux. La carte ci-dessous (Figure 3-3) permet de les localiser. Les passages pour piétons identifiés au sein de l'Île.

Il est important que les sites d'étude spécifiques choisis soient situés dans des quartiers dont la densité de population est élevée, mais aussi où la marche est suffisamment représentée comme moyen de transport, afin de maximiser les chances d'observation. Comme la collecte de données se fait en vélo et que les chercheurs ont déjà soulevé la difficulté qu'est le dépouillement vidéo, le nombre de sites est fixé à huit, dans les quartiers centraux de Montréal (Plateau Mont-Royal, Rosemont la Petite Patrie, Outremont). Ces huit sites sont choisis aléatoirement à l'aide de la carte des passages pour piétons (Figure 3-3). Le Tableau 3-1 liste l'emplacement et les principales caractéristiques des sites choisis. La Figure 3-4 représente leur position géographique et les coordonnées ayant permis de l'élaborer sont disponibles en annexe (Tableau 7-2). Les sites # 3 et # 5 présentent des caractéristiques physiques similaires. Puisqu'ils sont situés sur la même rue commerçante, il est intéressant d'observer les changements entre les heures d'ouverture et de fermeture des commerces. Soit avant 17 h pour le site # 3 et après 17 h pour le site # 5. Les sites # 6 et # 8 sont en fait le même site, mais le # 6 correspond aux données récoltées lorsque le marquage était effacé, alors que le # 8 présentait un marquage au sol.

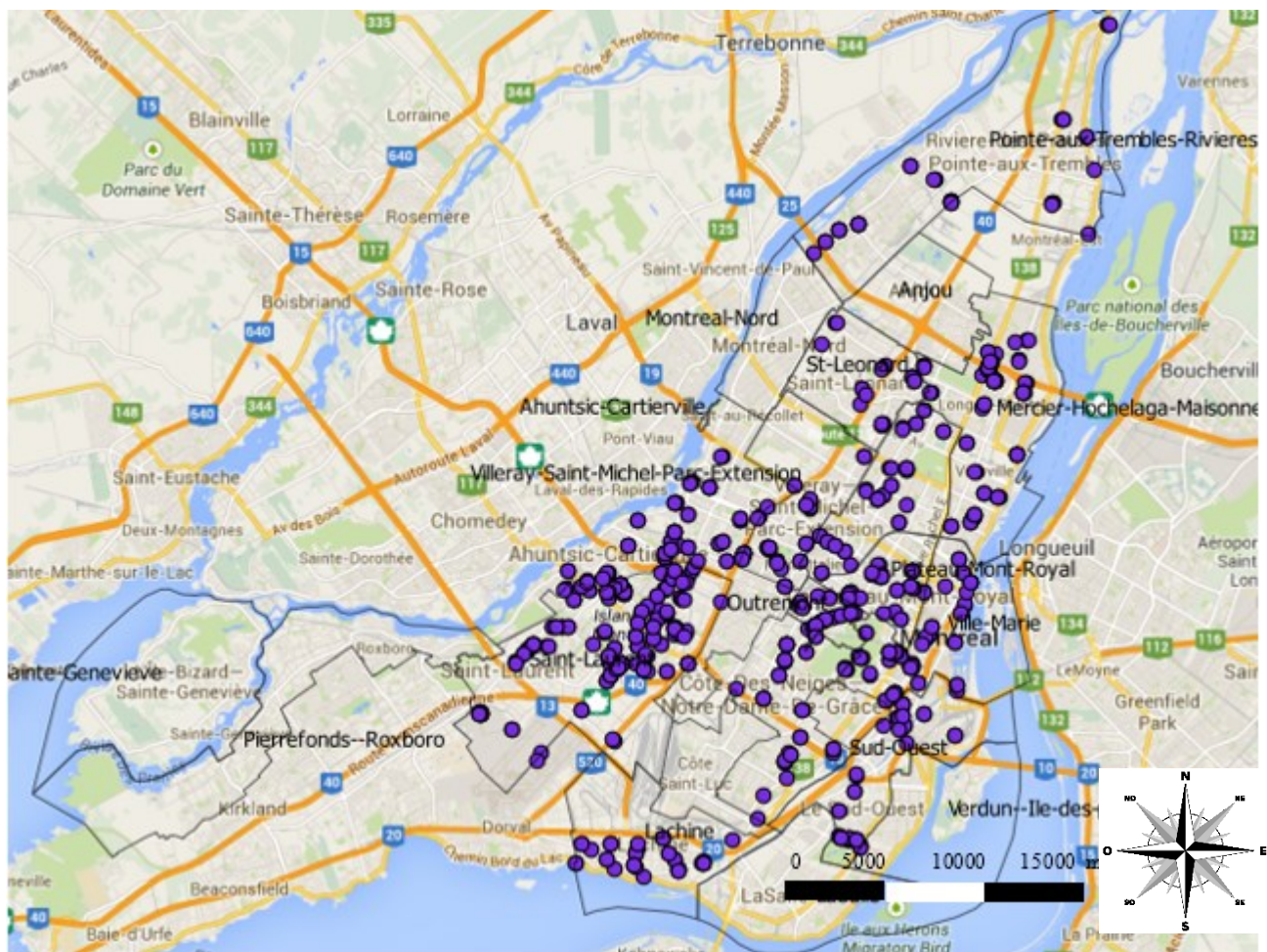


Tableau 3-1 : Localisation et particularités des sites choisis

#	Sites	Arrondissements	Particularités	Date de collecte
1	Boulevard Edouard-Montpetit (1)	Outremont	Situé à proximité de l'université de Montréal et de son arrêt de métro.	Lundi 19 mai 2014, 16h
2	Rue Rachel	Plateau-Mont-Royal	Situé à proximité du parc Lafontaine, le passage est tracé en diagonale de la chaussée.	Mercredi 21 mai 2014, 17h00
3	Rue Saint-Hubert (1)	Rosemont-La Petite Patrie	Situé au niveau de la Plaza Saint Hubert, lieu très commerçant, sur une voie à simple sens de circulation	Lundi 11 août 2014, 16h30
4	Boulevard Saint-Joseph	Plateau-Mont-Royal	Les voies de circulation sont doubles et à double sens de circulation, séparées par un terre-plein central.	Vendredi 31 octobre 2014, 16h30
5	Rue Saint-Hubert (2)	Rosemont-La Petite Patrie	Situé au niveau de la Plaza Saint Hubert, lieu très commerçant, sur une voie à simple sens de circulation	Lundi 3 novembre 2014, 18h
6	Boulevard Saint-Laurent (1)	Plateau-Mont-Royal	Situé dans un lieu commerçant, sur une voie à double, à simple sens de circulation.	Jeudi 15 mai 2014, 16h30
7	Boulevard Edouard-Montpetit (2)	Outremont	Situé à proximité immédiate du Cepsum et de l'arrêt de métro Edouard Montpetit.	Vendredi 28 mars 2014, 16h
8	Boulevard Saint-Laurent (2)	Plateau-Mont-Royal	Situé dans un lieu commerçant, sur une voie double, à simple sens de circulation.	Mercredi 29 octobre 2014, 16h

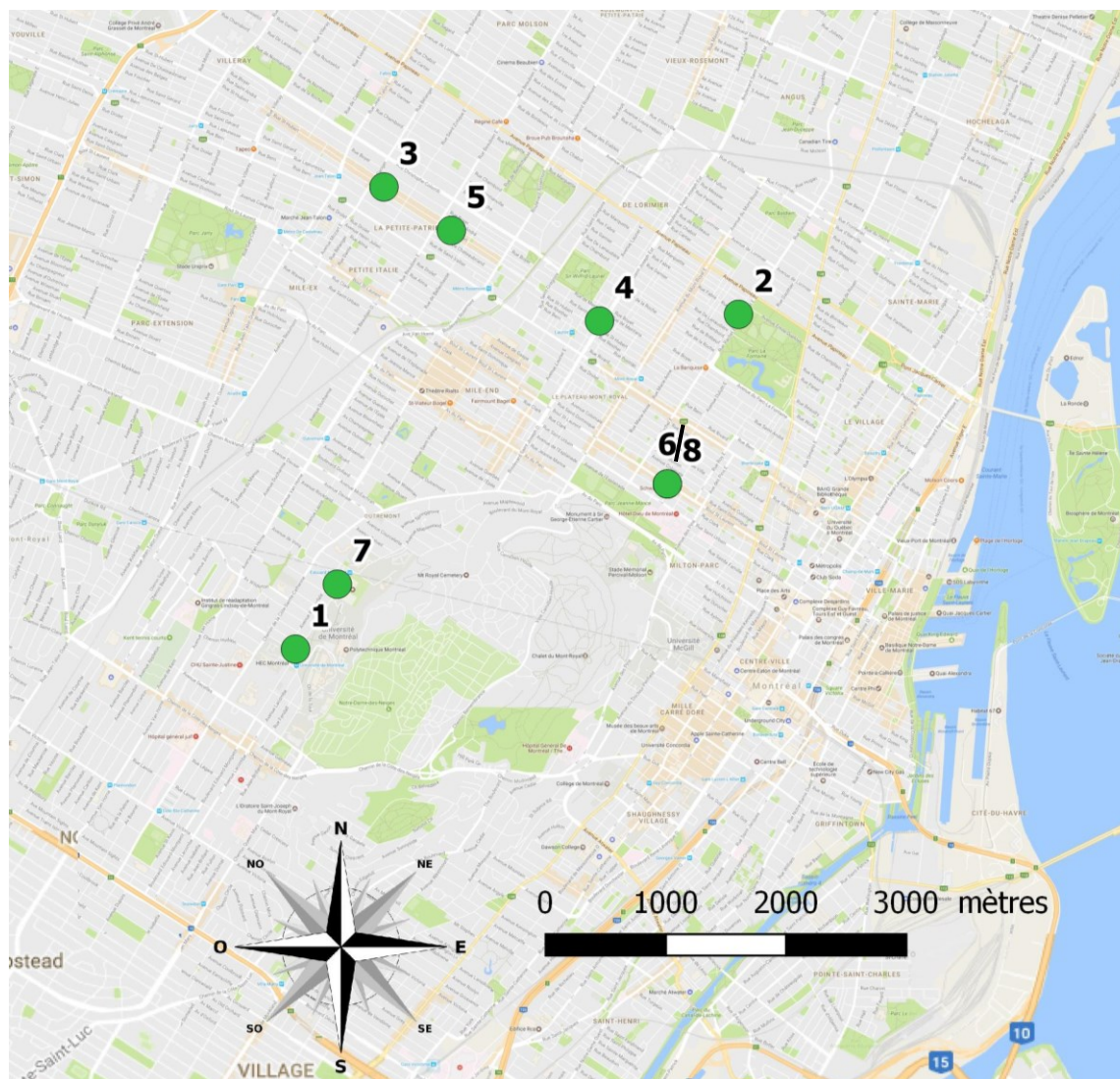


Figure 3-4 : Localisation des huit passages pour piétons étudiés à Montréal

3.2 Collecte de terrain

Les mesures et observations caractérisant l'environnement des passages pour piétons sont prises directement sur le terrain, lors d'une collecte préliminaire. Elles permettent d'obtenir les variables environnementales. Puis, la collecte de vidéos permet d'extraire les volumes de circulation ainsi que les variables comportementales (Figure 3-5).

Afin de comparer la méthodologie de collecte vidéo avec une méthode manuelle, une grille d'observation est remplie pendant que la vidéo s'enregistre.

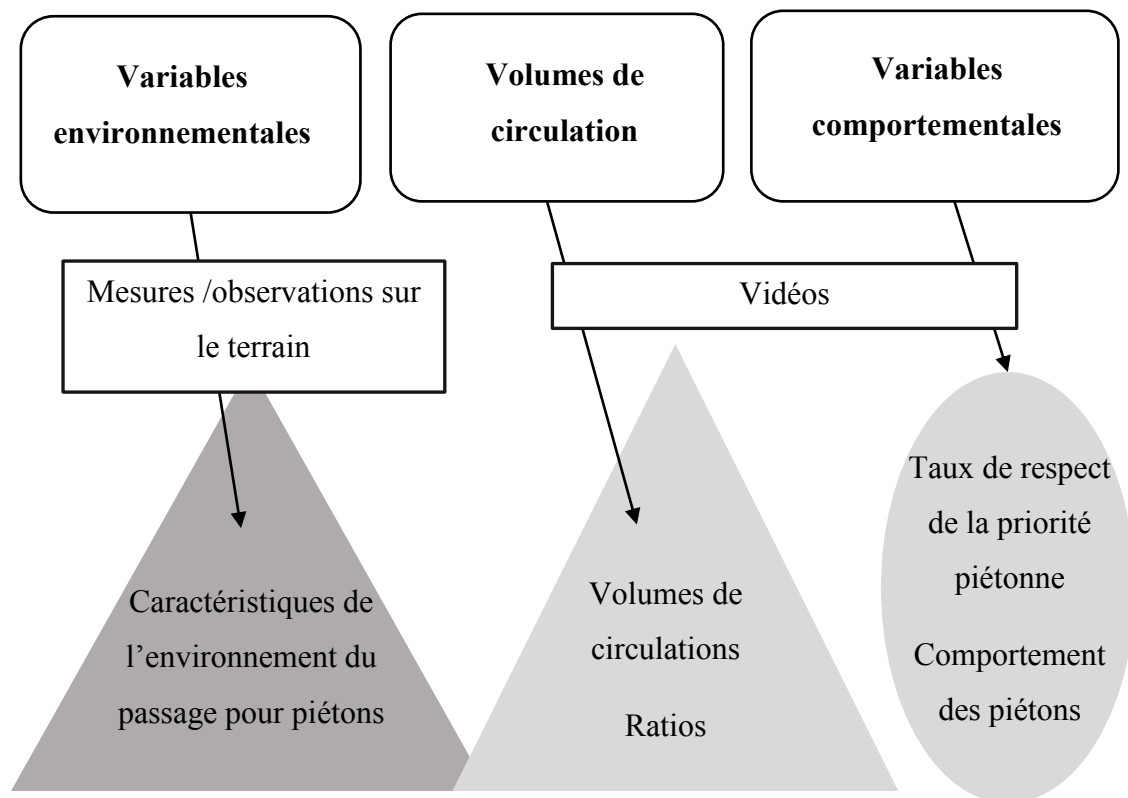


Figure 3-5 : Variables et modes de collecte de données

3.2.1 Collecte préliminaire

Une visite préliminaire des sites permet de récolter les variables environnementales qui caractérisent les passages pour piétons à l'étude. Toutes les variables observables sont à prendre en compte. Certaines variables peuvent être collectées avec la simple prise de notes et/ou de photos (présence du marquage, nombre de voies de circulation, type de signalisation). D'autres (largeurs et longueurs) nécessitent de prendre des mesures. Celles-ci ont été faites à l'aide d'un télémètre et par deux observateurs (l'un tenant la cible, l'autre le télémètre). Pour chaque site, un croquis est réalisé sur place et mis au propre par la suite.

3.2.2 Variables environnementales

La visite de terrain préliminaire des sites à l'étude permet de récolter les variables caractérisant l'environnement des passages piéton. Le Tableau 3-2 liste ces variables.

Tableau 3-2 : Variables environnementales collectées

Nom	Description	Impact(s) possible(s)
Stationnement	Présence de stationnement des deux côtés de la chaussée.	Visibilité du piéton
Rétrécissement de chaussée	La chaussée est rétrécie à l'endroit du passage pour piétons.	Visibilité du piéton Vitesse des véhicules
Terre-plein	Présence de terre-plein permettant la traversée en deux temps.	Visibilité du piéton Risque de collision
Nuisance(s) à la visibilité du piéton	Présence d'éléments susceptible de masquer le piéton du conducteur (exemple : mobilier urbain), hors stationnement qui est une variable à part entière.	Visibilité du piéton
Signalisation supplémentaire	Présence de signalisation additionnelle de celle obligatoire (exemple : feu clignotant)	Visibilité du passage
Marquage	Visibilité ou non du marquage jaune	Visibilité du passage
Configuration de la chaussée	Nombre et sens des voies de circulation qui constituent la chaussée.	Vitesse et nombre de véhicules
Vitesse	Vitesse affichée sur la portion de rue à l'étude	Vitesse des véhicules Risque de collision
Distance de l'intersection la plus proche	Distance entre le passage pour piétons et l'intersection la plus proche	Comportement du conducteur
Largeur des trottoirs	Largeur des trottoirs de part et d'autre de la chaussée	Visibilité du piéton
Marge de recul	Largeur entre la chaussée et le bâti	Visibilité du piéton
Largeur du passage	Largeur du marquage au passage pour piétons	Visibilité du passage
Longueur du passage	Distance sur laquelle le piéton doit partager la chaussée avec le véhicule.	Risque de collision

3.2.3 Collecte vidéo

Les variables comportementales et les volumes de circulations sont récoltés par l'enregistrement de vidéos. Les observations se font durant les jours de semaine, entre 16 h et 18 h, au moment où la présence et l'interaction entre piétons et conducteurs de véhicule routier sont importants. La collecte est d'une durée de 45 min. La caméra est fixée sur le guidon d'un vélo stationné et dissimulé, afin de ne pas influencer les comportements des usagers. Elle est orientée de façon que l'angle de vision comprenne les deux bords de route (A et B), de manière à voir les piétons et véhicules venir de chaque côté de la rue (Figure 3-6 et Figure 3-7).

Les informations enregistrées sur vidéo permettent d'obtenir les taux de respect de la priorité piétonne, le comportement du piéton, ainsi que de relever les volumes de circulation au moment de la collecte. Il est important de prendre en compte ces volumes au moment de la prise vidéo et non les valeurs théoriques (débit journalier moyen disponible en données ouvertes). Cela caractérise de manière appropriée le degré d'interaction entre conducteurs de véhicule routier et piétons.



Figure 3-6: Photographie d'un champ de vision adéquat - Site n°6 rue Saint Laurent- par Marion Pécot, 2014

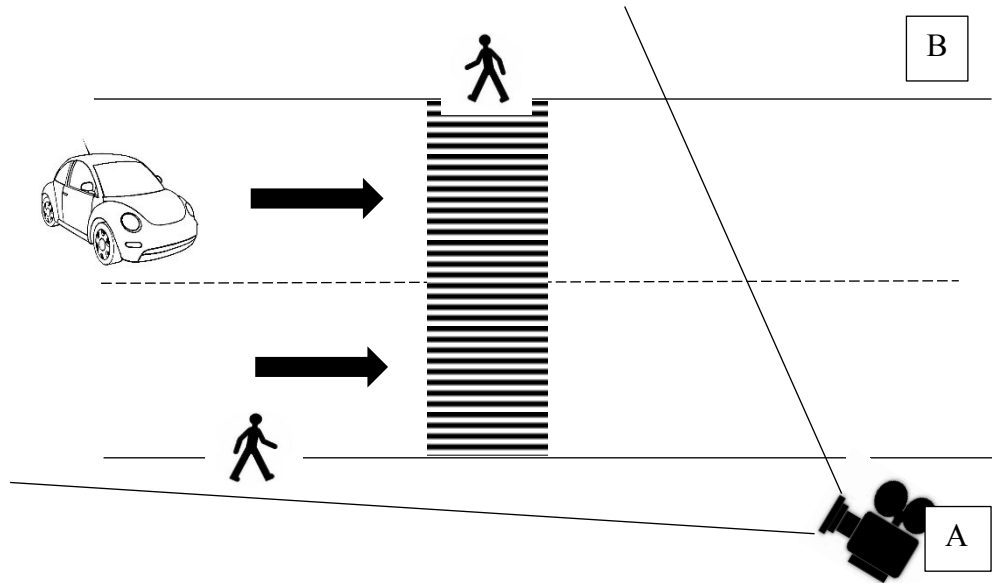


Figure 3-7: Croquis d'un champ de vision requis

3.2.4 Dépouillement des vidéos

Une observation correspond à une situation de traversée sur le passage pour piétons en présence d'un conducteur de véhicule à proximité du passage. Il doit y avoir interaction potentielle pour qu'il y ait observation. Ainsi, pour chaque piéton qui veut traverser, tous les véhicules qui s'immobilisent ou qui passent sont comptabilisés en tant qu'observation. Le nombre d'observations pour l'ensemble des huit sites est de 133 et il est différent pour chacun des sites. Les données sont extraites des vidéos en suivant les étapes de visionnement (Figure 3-8) et les critères de dépouillement (Tableau 3-3) présentés ci-dessous.

Étape 1 : Vérification : visionnement rapide, permettant de survoler la totalité de la bande afin de vérifier que l'angle de vision est adéquat, que le film a bien été enregistré et qu'il est complet.

Étape 2 : Analyse comportementale : chaque fois qu'un piéton ou un groupe de piétons est sur le point de traverser et qu'il est face à un ou plusieurs véhicules, une observation est créée. À chaque observation est attribuée une série de variables propre aux piétons et conducteurs. Il faut

respecter les critères de dépouillement (Tableau 4-1) qui doivent être réitérés pour chacune des observations.

Étape 3 : Volumes de circulation : Afin de bien compter tous les usagers, les volumes de circulations sont relevés séparément pour les véhicules et les piétons. Tous les véhicules franchissant le passage pour piétons sont comptabilisés, seulement les piétons utilisant le passage pour piétons sont comptabilisés.

Les volumes de circulation de véhicules et de piétons sont ensuite reportés en volume horaire dans la base de données (véhicules par heure, piétons par heure).

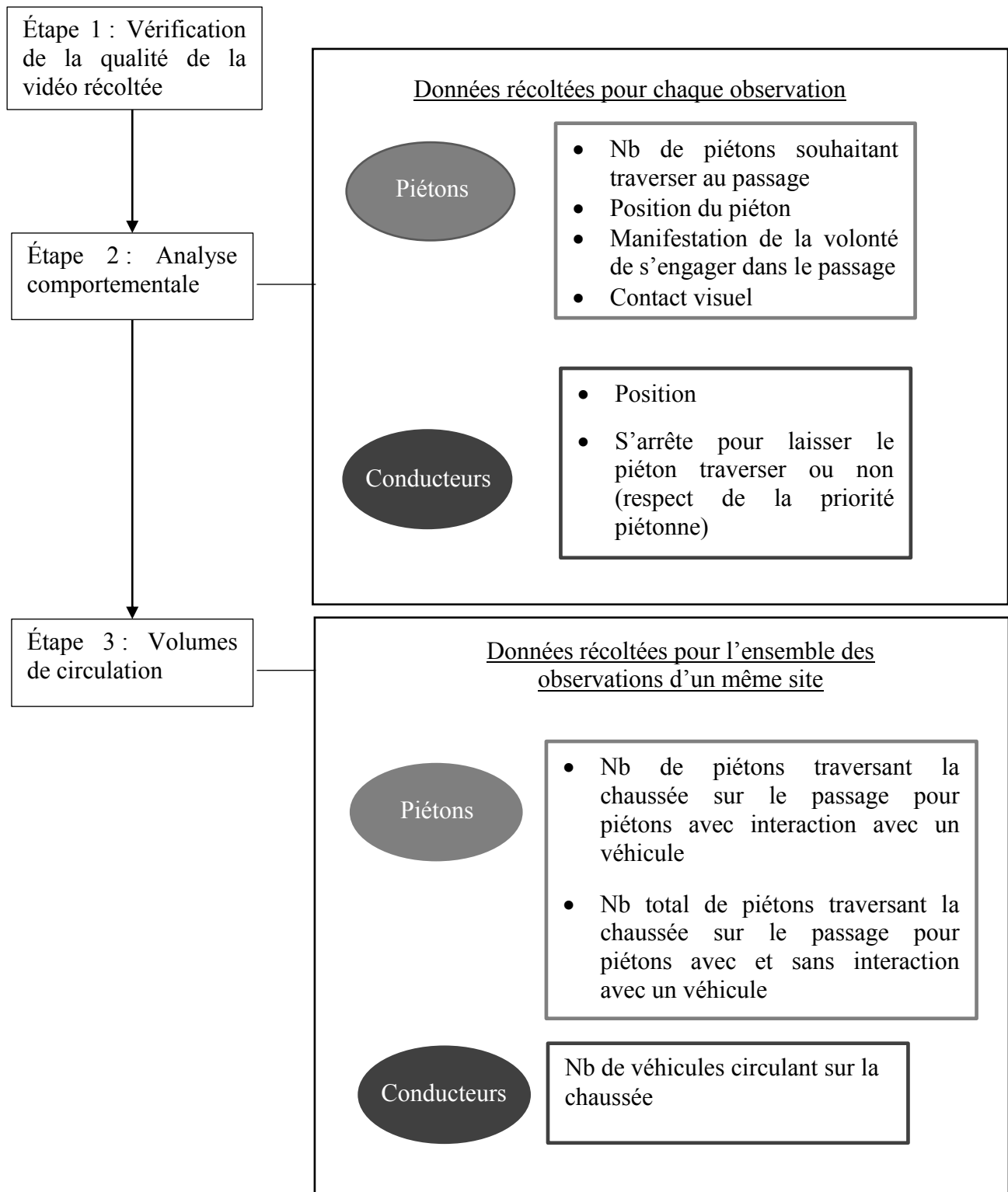


Figure 3-8 : Étapes à suivre pour extraire les données lors du visionnement des vidéos

Tableau 3-3 : Démarche à suivre pour le dépouillement des vidéos

	Site	Numéro du site à l'observation (N = 8)		1N
	Id	Numéro de l'observation (n = 133)		1n
PIÉTONS	Nombre de piétons en présence	Savoir si le ou les véhicules font face à un ou plusieurs piétons. Une observation correspond à une interaction entre véhicule(s) et piéton(s) et non pas en une situation de traversée.	Le(s) piéton(s) comptabilisé(s) doivent faire face au(x) même(s) véhicule(s)	Nombre de piétons
	Position du piéton	Le piéton peut se trouver d'un côté ou de l'autre de la rue	Le côté A correspond au côté de la chaussée où la caméra est positionnée.	Nombre de piétons coté A
			Le côté B correspond au côté opposé de la chaussée où la caméra est positionnée.	Nombre de piétons coté B
	Comportement du piéton	La prise de position face au passage pour piétons informe quant à l'intention de traverser du piéton et peut influencer le comportement du conducteur.	"Attend" Le piéton est immobile, il attend jusqu'à ce qu'un véhicule lui laisse la priorité ou que la circulation cesse.	Nombre de piétons qui "attendent"
			"S'engage" Le piéton s'engage sur le passage pour piétons. Ses deux pieds sont sur la chaussée et il avance ou tente d'avancer.	Nombre de piétons qui "s'engagent"
			"Attend, puis s'engage" Le piéton attend d'abord qu'on lui laisse la priorité, puis s'engage, même si des véhicules sont à l'approche.	Nombre de piétons qui "attendent puis s'engagent"
			"Suit le précédent" Le comportement d'un piéton est qualifié comme tel lorsque son prédécesseur s'est engagé et qu'un véhicule s'est arrêté lui permettant de traverser.	Nombre de piétons qui "suivent le précédent"

	Site	Numéro du site à l'observation (N = 8)		1N
	Id	Numéro de l'observation (n = 133)		1n
	Contact visuel	Le contact visuel informe quant à l'intention du piéton de traverser et peut influencer le comportement du conducteur. Trois comportements sont distingués	"Regarde et communique son intention de traverser", un piéton qui tourne la tête dans la direction de la circulation va être comptabilisé dans cette catégorie	Nombre de piétons qui "regardent et communiquent leur intention de traverser"
			"N'établit pas de contact visuel", lorsque le piéton s'engage sans regarder le(s) véhicule(s) à l'approche, il est comptabilisé dans cette catégorie.	Nombre de piétons qui "n'établissent pas de contact visuel"
			"Impossible à discerner", lorsqu'il est impossible de prendre position pour l'une ou l'autre des catégories, le piéton est comptabilisé dans cette catégorie	Nombre de piétons pour lesquels il est impossible de discerner s'ils établissent un contact visuel ou non
VÉHICULES	Position et comportement du conducteur	Le comportement du conducteur traduit le taux de respect de la priorité piétonne	<u>Position :</u> Excepté dans les rues à sens unique, le véhicule peut provenir d'un côté ou de l'autre de la rue. Lorsque celui-ci est du même côté que la caméra il est comptabilisé dans l'approche A, sinon dans l'approche B	<u>Comportement :</u> - Un véhicule qui s'arrête ou ralentit suffisamment pour laisser passer le(s) piéton(s) est comptabilisé dans la catégorie "Arrête" - Un véhicule qui poursuit sa route alors qu'un ou des piéton(s) sont en attente pour traverser est comptabilisé dans la catégorie "n'arrête pas"
				Nombre de véhicules approche A qui "arrête"
				Véhicule approche A "n'arrête pas"
				Véhicule approche B "arrête"
				Véhicule approche A "n'arrête pas"

3.2.5 Volumes de circulation

Les volumes de circulation représentent les volumes réels observés. Les véhicules comptés circulaient sur la chaussée et le volume de piétons représente le nombre de piétons ayant emprunté le passage pour piétons à l'étude, avec ou sans interaction avec un véhicule.

3.2.6 Variables comportementales

Deux types de variables comportementales sont collectés : le taux de respect de la priorité piétonne (comportement du conducteur) et le comportement du piéton. Le taux de respect caractérise le nombre de véhicules qui s'arrêtent au passage pour piéton lorsqu'un piéton souhaite traverser. Deux variables sont reliées au comportement du piéton, il peut soit attendre que le véhicule s'arrête, soit s'engager sur le passage. Parallèlement, il peut ou non regarder en direction du conducteur.

3.2.7 Grille d'observation

Pendant que la caméra enregistre, une grille d'observation est complétée manuellement (Figure 3-9). Une observation correspond à une situation de traversée, impliquant un ou plusieurs piéton(s), faisant face au(x) même véhicule(s). Ceci a pour but de comparer les deux méthodes de collecte (par vidéo et par observations de visu).

Emplacement :	Date :	Heure de début :	Heure de fin :	
	Comportement du piéton		Comportement du véhicule	
Observations	Arrête	S'engage	Arrête	Continu
	Nombre de piétons qui arrêtent	Nombre de piétons qui s'engagent	Nombre de véhicules qui s'arrêtent	Nombre de véhicules qui continuent

Figure 3-9: Grille d'observation de visu

3.3 Traitement et analyse des données de terrain

Les données récoltées ne subissent pas de traitement particulier. Les variables environnementales et comportementales doivent être rassemblées dans une base de données compilant l'ensemble des observations pour chaque site. La base de données complète est consultable en annexe 7.3.

Une analyse bivariée permet d'étudier les relations entre chaque paire de variables qui peuvent être formées avec les variables environnementales /comportementales et les taux de respect de la priorité piétonne. Le taux de respect correspond au nombre de conducteurs qui s'arrêtent au passage pour piétons par rapport à la somme des conducteurs qui passent ou arrêtent au passage pour piétons alors qu'un ou plusieurs piétons sont présents. Ceci permet d'observer les variations dans les taux de respect de la priorité piétonne, de l'environnement ou du comportement du piéton et de les comparer.

D'abord, afin d'apprécier l'effet des volumes de circulation, des indicateurs sont calculés ;

- le ratio véhicules/piétons. Cet indicateur permet de comparer les volumes piétons et véhicules.

$$\text{Ratio v/p} = \frac{\text{Volume de véhicules}}{\text{Volume de piétons}}$$

- la probabilité d'être en interaction avec un/des véhicules (PI)

$$PI = \frac{\text{Nombre d'interactions piétons/véhicules}}{\text{Nombre de piétons qui traversent}}$$

- la probabilité d'être en conflit avec un ou des véhicules (PC)

$$PC = PI * \text{Taux de non-respect de la priorité piétonne}$$

Puis, grâce au calcul du coefficient de corrélation de Bravais-Pearson le lien entre les variables environnementales et les taux de respect est testé (section 4.2.1). Le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson est un indice statistique qui exprime l'intensité et le sens (positif ou négatif) de la relation linéaire entre deux variables. Il permet de mesurer l'intensité de la liaison entre deux caractères quantitatifs. La significativité du coefficient de corrélation doit être testée, car la force de la relation dépend du nombre d'observations (ici nombre de sites). Cependant, le faible nombre de sites limite la portée de l'étude et empêche d'établir des liens causals solides. C'est

pourquoi il est important de poursuivre l'analyse des variations site à site, en observant leurs distributions brutes, pour tenter d'identifier d'où proviennent les variations dans le respect de la priorité piétonne. Les variables sont donc mises en relation successivement avec le taux de respect (sections 4.2.2 à 4.2.10).

Chapitre 4 Résultats

Dans un premier temps, ce chapitre présente l'ensemble des variables récoltées. Elles permettent de caractériser les sites à l'étude, mais aussi de connaître les taux de respect de la priorité piétonne qui y sont associés. Puis, les relations observées entre variables environnementales et taux de respect sont exposées. L'interprétation des résultats mène à proposer des liens possibles entre respect de la priorité piétonne et les variations de l'environnement. La dernière section s'ouvre sur la discussion des résultats obtenus et les limites de l'étude.

4.1 Caractéristiques des sites étudiés

Les schémas caractérisant les sites sont consultables en annexe 7.4 et représentent, en partie, les propos exposés ci-dessous. La Figure 4-1 présente un exemple de croquis pour le site # 1, situé sur le boulevard Édouard-Montpetit. Aux sites observés, le stationnement est le plus souvent présent des deux côtés de la chaussée, ce qui peut entraîner une entrave à la visibilité du piéton. Les chaussées sont rétrécies seulement sur les passages pour piétons situés sur la rue Saint-Hubert (# 3 et # 5). Implantés sur une rue commerçante, ils semblent bénéficier d'aménagements plus complets : les trottoirs sont plus larges et la marge de recul est plus grande. C'est aussi en ces lieux que les panneaux de passage pour piétons sont équipés de feux clignotants (Figure 4-2). En revanche, l'aménagement de l'espace est tel qu'il peut nuire à la visibilité du piéton. Les nuisances relevées peuvent être fixes (mobilier urbain, panneau de signalisation) ou ponctuelles (vélos stationnés, congestion). Il s'agit d'éléments encombrant l'environnement qui, même s'ils ne cachent pas directement le piéton, le rendent moins perceptible par les conducteurs. Dans le cas des sites # 3 et # 5, les nuisances observées sont des bacs à fleurs et un panneau publicitaire, installés à l'endroit même où le piéton attend pour traverser (Figure 4-2). Le site # 4, sur le boulevard Saint-Joseph, présente aussi de la végétation pouvant camoufler le piéton (Figure 4-3).

N° 1 : Edouard Montpetit (métro Udm)

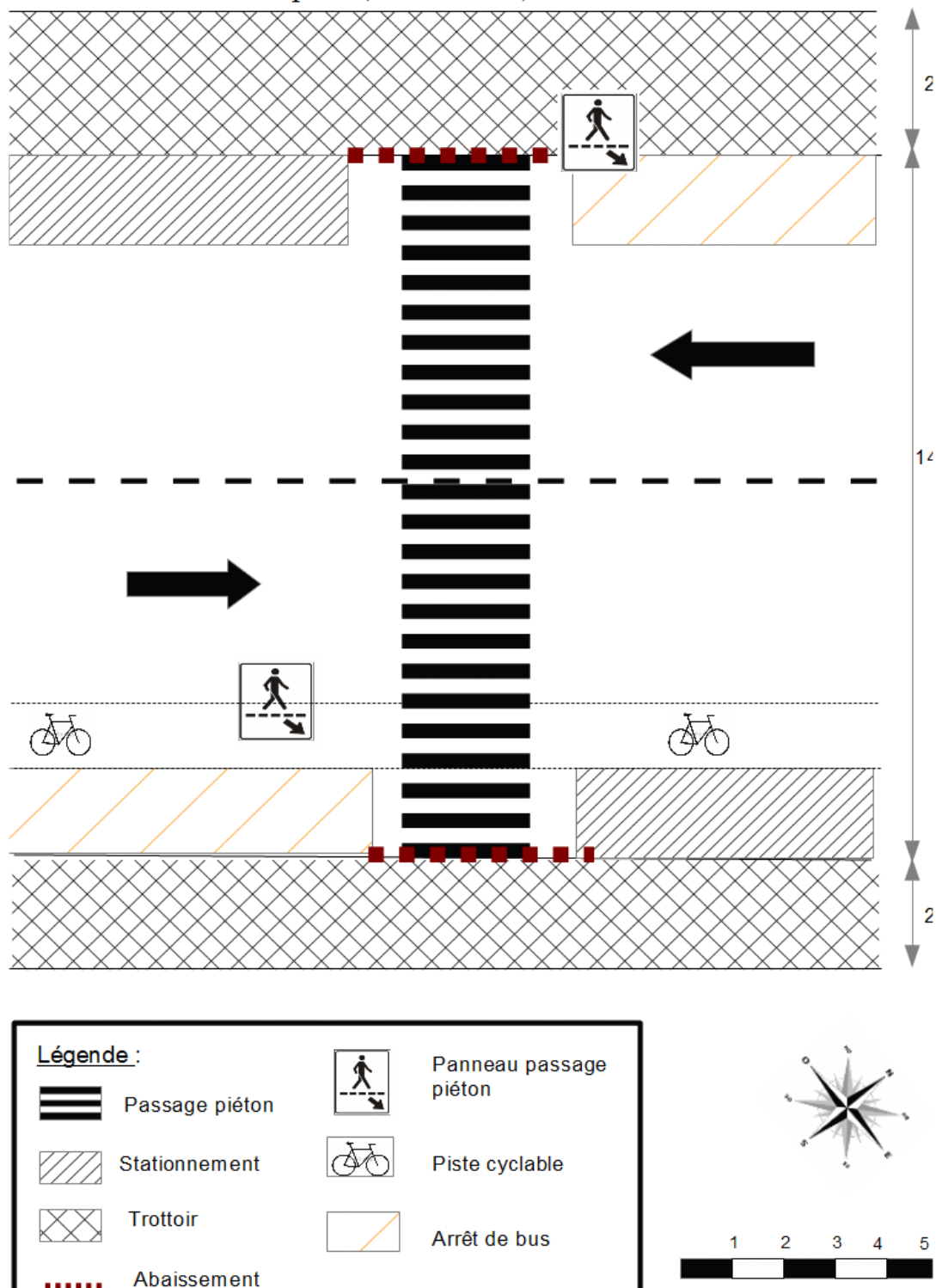


Figure 4-1 : Exemple de croquis pour le site # 1



Figure 4-2 : Passage pour piétons présentant un rétrécissement de chaussée sur la rue Saint-Hubert (# 3)

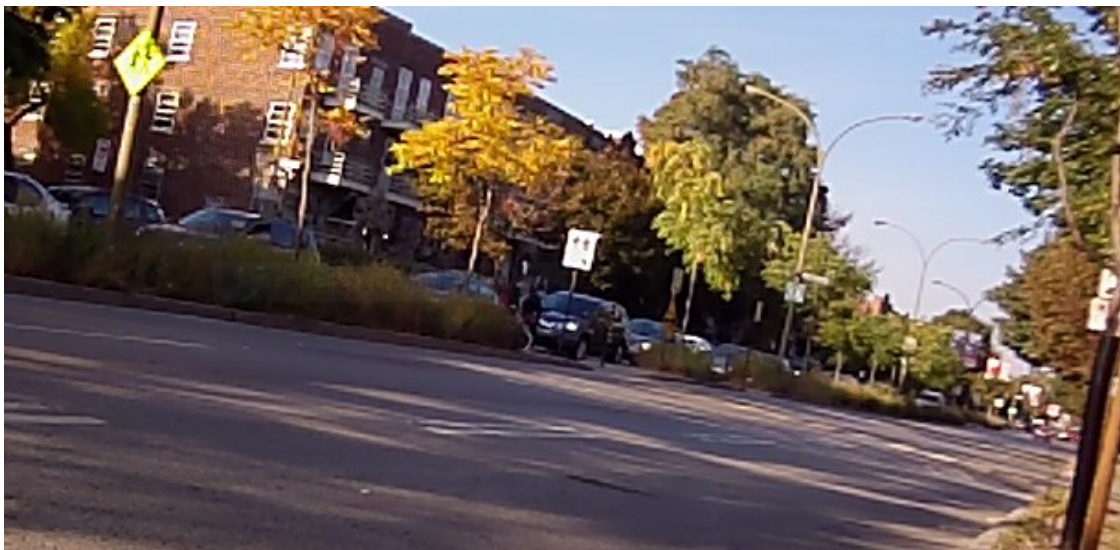


Figure 4-3 : Passage pour piétons avec présence d'un terre-plein séparant deux voies de circulation à sens double de circulation sur la rue Saint-Joseph (# 4)

De plus, la circulation des véhicules n'est pas fluide dans un sens de circulation, provoquant des épisodes de congestion, masquant le piéton qui attend ou qui traverse (Figure 4-3). C'est le seul site où un terre-plein central est présent. C'est aussi le site dont la chaussée est la plus large

(passage pour piétons le plus long), le nombre de voies de circulation le plus élevé (quatre) et la circulation se fait sur deux voies à sens unique séparées d'un terre-plein (# 4 : Figure 4-3).

Le marquage fait défaut pour deux des sites étudiés (Figure 4-4). Aux sites # 7 et # 8, dont les enregistrements ont été faits à la fin de l'hiver et au début du printemps, le marquage est effacé sur la quasi-totalité du passage.

7, Boulevard
Edouard Montpetit



6, Boulevard
Saint-Laurent



Figure 4-4 : Marquages effacés aux sites # 7 et # 6

La configuration routière est elle aussi très différente d'un site à l'autre. Pour les huit sites, quatre configurations sont relevées (Figure 4-5).

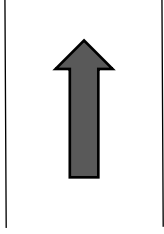
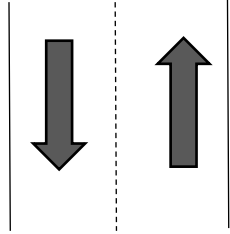
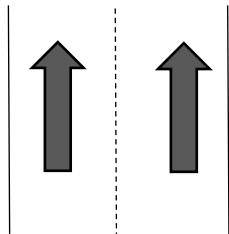
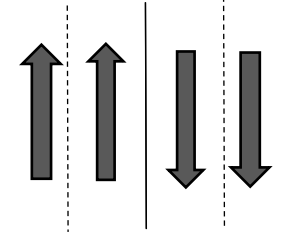
1 voie	Deux voies contigües à contresens	Deux voies contigües à sens unique	Deux voies à sens unique séparées d'un terre-plein
			
Sites # 3 et # 5	Sites # 1, # 2 et # 7	Sites # 6 et # 8	Site # 4

Figure 4-5 : Types de configuration de chaussées des sites étudiés

Le temps pendant lequel le piéton partage la chaussée avec les véhicules est caractérisé par la longueur du passage et le nombre de voies de circulation. En moyenne, pour l'ensemble des sites, un passage pour piétons mesure 13,3 m de long. Les passages au-dessus de la moyenne sont ceux situés sur le boulevard Édouard-Montpetit (# 1 et # 7), présentant deux voies de circulation, ainsi que celui situé sur le boulevard Saint-Joseph (# 4), présentant quatre voies de circulation.

La distance entre le passage pour piétons et l'intersection la plus proche représente la distance à laquelle le conducteur a potentiellement immobilisé son véhicule pour la dernière fois. Elle représente aussi d'autres options d'itinéraire pour le piéton. La moitié des passages pour piétons observés sont situés à moins de 100 mètres d'une intersection (# 2, # 4, # 6 et # 8).

La limite de vitesse affichée est la même pour l'ensemble des sites, soit 50 km/h (ce qui correspond à la vitesse par défaut en milieu urbain). Dans le cadre de la présente étude, cette variable ne peut donc pas être utile pour caractériser l'environnement. Il faudrait prendre en compte d'autres vitesses affichées et/ou la vitesse réellement pratiquée par les conducteurs de véhicules pour évaluer son impact, ce qui ne sera pas le cas faute de la possibilité d'effectuer des relevés de vitesse.

Les sites # 1, # 3 et # 5 présentent une signalisation supplémentaire, sous la forme d'un feu clignotant suspendu pour le site 1 et de feux clignotants intégrés au panneau d'indication de passage pour piétons pour les sites # 3 et # 5. Aucun autre dispositif de régulation de circulation ou de signalisation supplémentaire n'est observé.

L'implantation des passages pour piétons ne semble pas suivre une structure d'aménagement stricte étant donné les fortes disparités observées. L'ensemble des variables est compilé dans un fichier Excel (Tableau 4-1 et Tableau 4-2).

Tableau 4-1: Variables environnementales

N° Site	Variables environnementales relevées						
	Stationnement	Rétrécissement de chaussée	Terre-plein	Nuisance à la visibilité	Signalisation supplémentaire	Marquage	Configuration de la chaussée
1	Oui	Non	Non	Non	Oui	Visible	Double voie bidirectionnelle
2	Non	Non	Non	Non	Non	Visible	Double voie bidirectionnelle
3	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Visible	1 voie
4	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Visible	2 doubles voies en sens unique, bidirectionnelles
5	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Visible	1 voie
6	Oui	Non	Non	Non	Non	Effacé	Double voie à sens unique
7	Oui	Non	Non	Non	Non	Effacé	Double voie bidirectionnelle
8	Oui	Non	Non	Non	Non	Visible	Double voie à sens unique

Tableau 4-2: Variables environnementales (suite)

N° Site	Variables environnementales mesurées							
	Vitesse affichée (km/h)	Longueur du passage (m)	Distance de l'intersection la plus proche (m)	Largeur du trottoir, côté A (m)	Largeur du trottoir, côté B (m)	Marge de recul (m)	Largeur du passage (m)	Nombre de voies
1	50	14,4	110	2,2	2,9	19,5	2,5	2
2	50	15	84	1,25	1,25	22	2,45	2
3	50	7,4	172	4,8	4,2	18,4	5,2	1
4	50	22,4	65	3	3,4	35	2,4	4
5	50	7,4	126	4,7	5	18,4	5,2	1
6	50	12,6	90	4,8	3,8	20,3	2,4	2
7	50	14,5	130	2,8	2	53	4,8	2
8	50	12,6	90	3,8	4,8	20,3	2,4	2

Les volumes de véhicules et de piétons sont très variés en fonction des sites (Tableau 4-4). Avec une moyenne de 806 véhicules à l'heure, les volumes de véhicules varient de 266 (# 5 : Saint Hubert) à 1900 véhicules/h (# 4 : Saint-Joseph).

Le volume de piétons traversant sur le passage est lui aussi très variable. En moyenne, pour les huit sites, ce sont 52 piétons qui empruntent le passage à chaque heure. Les variations sont fortes entre les sites : cinq piétons/h pour le site # 3 et jusqu'à 126 piétons/h pour le site # 7. En moyenne, 35 piétons/h sont en interaction avec un véhicule lors de la traversée sur le passage pour piétons. Encore une fois, une forte variation est observée. Le lieu comptabilisant le moins d'observations étant le site # 3 avec trois piétons/h alors que le site # 7 en comptabilise 70. Les piétons sont largement sous représentés par rapport aux véhicules routiers. Le cas le plus flagrant est observé au site # 4 où le ratio véhicules/piétons est de 118:1, comparativement à 3:1 au site # 5.

Tableau 4-3 : Volumes de circulations

N° site	Volume de véhicules	Volume de piétons	Ratio Véhicules/ Piétons
1	709,3	77 ,3	9,2
2	622	59	10,5
3	312	5	62,4
4	1900	16	118,8
5	266	88	3
6	1129	33	34,2
7	436	126	3,5
8	1080	52	20,8
Moyenne	806,6	54,1	32,8

Les taux de respect de la priorité piétonne ne sont pas constants. Premier fait marquant, un seul site rapporte une valeur élevée (79 %), montrant que la priorité piétonne est très peu respectée. Le taux de respect de la priorité piétonne fluctue entre 4 et 79 %, l'écart-type avoisine 27 %. Il traduit une très forte dispersion des valeurs autour de la moyenne, qui est de 36 %.

La probabilité qu'un piéton soit en interaction avec un/des véhicule(s) est en moyenne de 66 % pour l'ensemble des sites étudiés (Tableau 4-4). Elle est toujours supérieure à 50 % et va jusqu'à 85 % pour le site # 6. La probabilité qu'il y ait un conflit entre piéton(s) et conducteur(s) est de 44 % en moyenne. Le site # 7 semble potentiellement le moins conflictuel (12 %) alors que les sites # 4 et # 8 rapportent une probabilité de conflit assez forte (66 %).

Tableau 4-4: Indicateurs et taux de respect de la priorité piétonne

N° site	Respect de la priorité piétonne (%)	Non-respect de la priorité piétonne (%)	Nombre de piétons en interaction avec un/des véhicule(s) /h	Probabilité pour un piéton d'être en interaction avec un/des véhicule(s) (PI)	Probabilité pour un piéton d'être en conflit avec un véhicule (PC)
1	56,4	43,6	52	0,67	0,29
2	22,2	77,8	35	0,59	0,46
3	50	50	3	0,6	0,3
4	18,8	81,2	13	0,81	0,66
5	46,4	53,6	44	0,5	0,27
6	12,9	87,1	28	0,85	0,74
7	79	21	70	0,56	0,12
8	4,3	95,7	36	0,69	0,66
Moyenne	36,3	63,7	35	0,66	0,44

4.2 Analyse de la relation entre variables environnementales et taux de respect de la priorité piétonne

4.2.1 Étape préliminaire

L'intérêt est porté sur les relations entre les variables environnementales et les taux de respect de la priorité piétonne. Le Tableau 4-5 présente les résultats des tests de corrélation. Le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson peut varier entre -1 et +1 (relation parfaite), donc l'intensité de la relation linéaire est plus forte lorsque que la valeur du coefficient se rapproche de +1 ou de - 1 et elle est plus faible lorsqu'elle s'approche de 0.

Cinq variables environnementales rapportent des coefficients de corrélations compris entre -1 et -0,5 ou 0,5 et 1 (Tableau 4-5). La significativité de ces corrélations doit être testée, par le calcul des valeurs critiques. Celle-ci dépend de différents paramètres, dont le nombre d'observations. Les valeurs critiques (Annexe 7.5) ne traduisent pas de corrélation significative avec un niveau de confiance de 95 %, ($\alpha = 0,05$). En acceptant une marge d'erreur plus grande, $\alpha = 0,1$, les variables distance de l'intersection la plus proche, largeur du passage et volume de véhicules sont significativement corrélés avec les taux de respect. Le faible nombre de sites pourrait avoir un impact sur ces résultats et empêcher d'observer des relations statistiquement significatives avec un niveau de confiance satisfaisant ($\alpha = 0,05$).

Tableau 4-5 : Tests de corrélation pour les variables environnementales

Coefficients de corrélations	Longueur du passage	Distance de l'intersection la plus proche	Largeur du trottoir (coté A)	Largeur du trottoir (coté B)	Marge de recul	Largeur du passage	Nbr. de voies	Volume véhicules	Volume piétons	Ratio Véhicules/ Piétons	Nbr de piétons en interaction avec une/des véhicules/h	Taux de respect
Longueur du passage	1,00	-0,77	-0,60	-0,48	0,48	-0,66	0,97	0,81	-0,09	0,52	0,01	-0,25
Distance de l'intersection la plus proche	-0,77	1,00	0,41	0,22	-0,04	0,85	-0,77	-0,80	0,11	-0,24	-0,01	0,68
Largeur du trottoir (coté A)	-0,60	0,41	1,00	0,85	-0,30	0,45	-0,41	-0,11	-0,31	0,14	-0,36	-0,11
Largeur du trottoir (coté B)	-0,48	0,22	0,85	1,00	-0,48	0,25	-0,28	0,04	-0,33	0,16	-0,36	-0,28
Marge de recul	0,48	-0,04	-0,30	-0,48	1,00	0,18	0,42	0,12	0,49	0,08	0,47	0,48
Largeur du passage	-0,66	0,85	0,45	0,25	0,18	1,00	-0,63	-0,73	0,29	-0,20	0,10	0,69
Nbr. de voies	0,97	-0,77	-0,41	-0,28	0,42	-0,63	1,00	0,91	-0,24	0,66	-0,15	-0,36
Volume de véhicules	0,81	-0,80	-0,11	0,04	0,12	-0,73	0,91	1,00	-0,48	0,72	-0,36	-0,64
Volume de piétons	-0,09	0,11	-0,31	-0,33	0,49	0,29	-0,24	-0,48	1,00	-0,76	0,97	0,61
Ratio Véhicules/Piétons	0,52	-0,24	0,14	0,16	0,08	-0,20	0,66	0,72	-0,76	1,00	-0,76	-0,34
Nbr. de piétons en interaction avec un/des véhicule(s)/h	0,01	-0,01	-0,36	-0,36	0,47	0,10	-0,15	-0,36	0,97	-0,76	1,00	0,52
Taux de respect	-0,25	0,68	-0,11	-0,28	0,48	0,69	-0,36	-0,64	0,61	-0,34	0,52	1,00

4.2.2 Volume de véhicules

D'après la Figure 4-6, les trois sites (# 4, # 6 et # 8) qui présentent les plus forts volumes de véhicules (plus de 700 véhicules/heures) sont aussi ceux dont les taux de respect de la priorité piétonne sont les plus faibles (en dessous de 40 %). Les sites 1 et 7 rapportent des taux de respect assez substantiels malgré un volume de véhicules assez soutenu bien que moins important. Ces deux sites sont situés à proximité de l'Université de Montréal, du Centre d'Éducation Physique et Sportive de l'Université de Montréal et de deux stations de métro qui engendrent beaucoup de déplacements. Tous deux rapportent des volumes de piétons plus élevés que la plupart des autres sites (Figure 4-9). De plus, le site # 7 est équipé d'un feu clignotant en plus de la signalisation obligatoire. Les sites # 3 et # 5 rapportent des volumes de véhicules élevés et des taux de respect moyens, ces deux sites sont situés sur une voie de circulation à sens unique. Ils présentent aussi une signalisation supplémentaire sous forme de feux clignotants apposés aux panneaux.

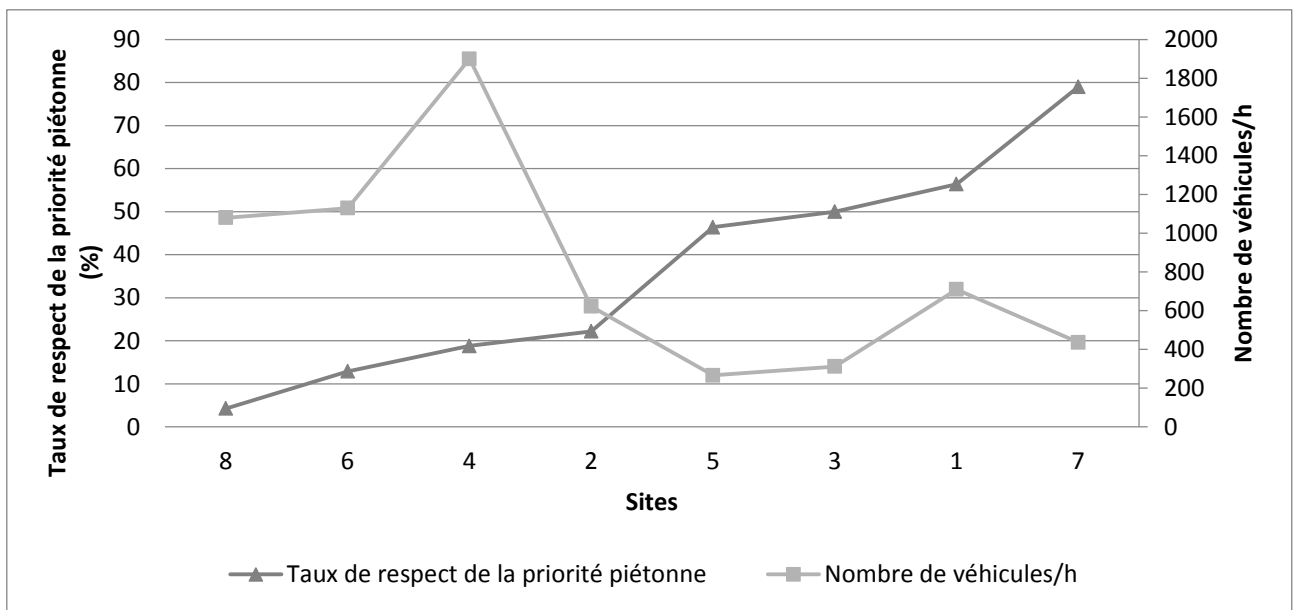


Figure 4-6 : Volume de véhicules selon le taux respect de la priorité piétonne

À l'aide des volumes de circulation et taux de respect de la priorité piétonne, les probabilités pour un piéton d'être en interaction et d'être en conflit avec un véhicule peuvent être calculées. Plus les volumes de véhicules sont élevés, plus le piéton a de probabilités de devoir

interagir avec un véhicule (Figure 4-7) lors de sa traversée ($r^2=0,74$). Il en va de même pour la probabilité de conflit (Figure 4-8), même si la relation est moins marquée ($r^2=0,63$).

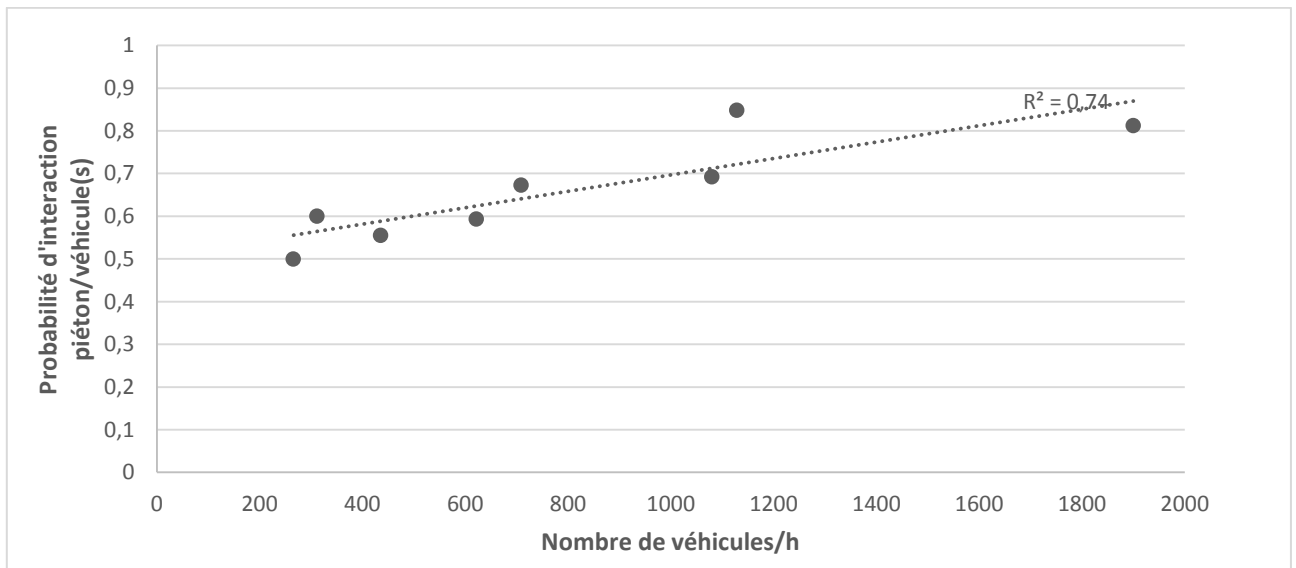


Figure 4-7 : Probabilité pour un piéton d'être en interaction avec un véhicule en fonction du volume de véhicules

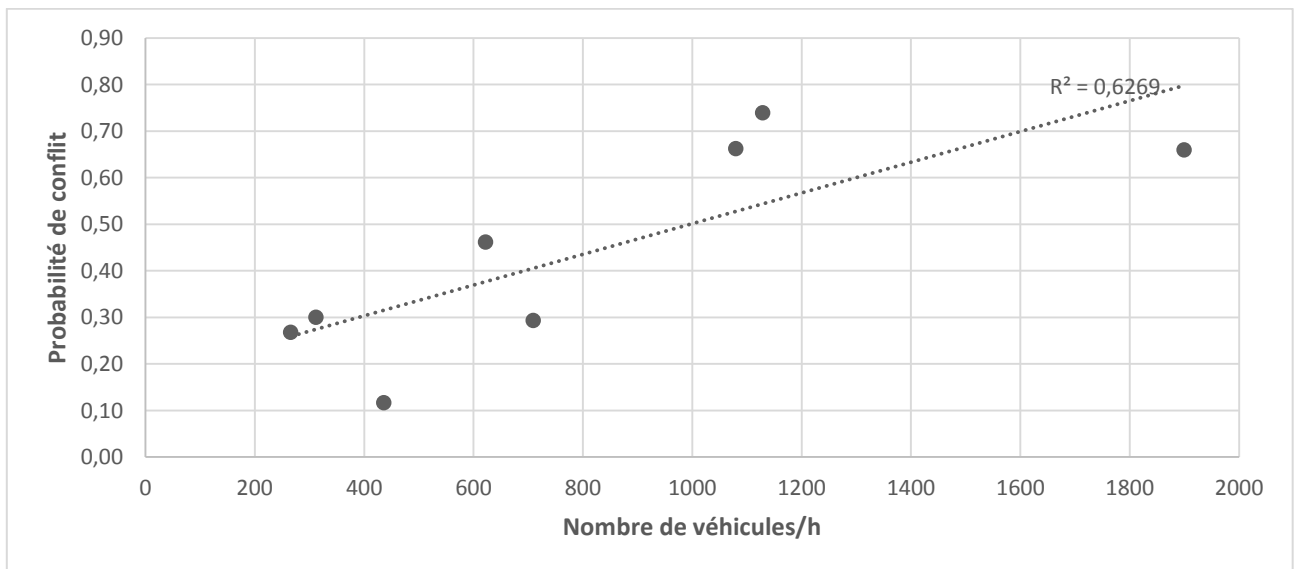


Figure 4-8 : Probabilité pour un piéton d'être en conflit avec un véhicule en fonction du volume de véhicules

4.2.3 Volumes de piétons

Les quatre sites (# 2, # 4, # 6 et # 8) rapportant moins de 40 % de respect présentent des volumes de piétons inférieurs à 60 piétons/h. Aux sites #1, # 5 et # 7 les passages pour piétons sont empruntés plus fréquemment et sont mieux respectés (Figure 4-9). Le site # 3 s'écarte de la tendance, mais le nombre de piétons en interaction avec un véhicule observé lors du relevé est faible (3), ce qui peut limiter l'interprétation de ces résultats.

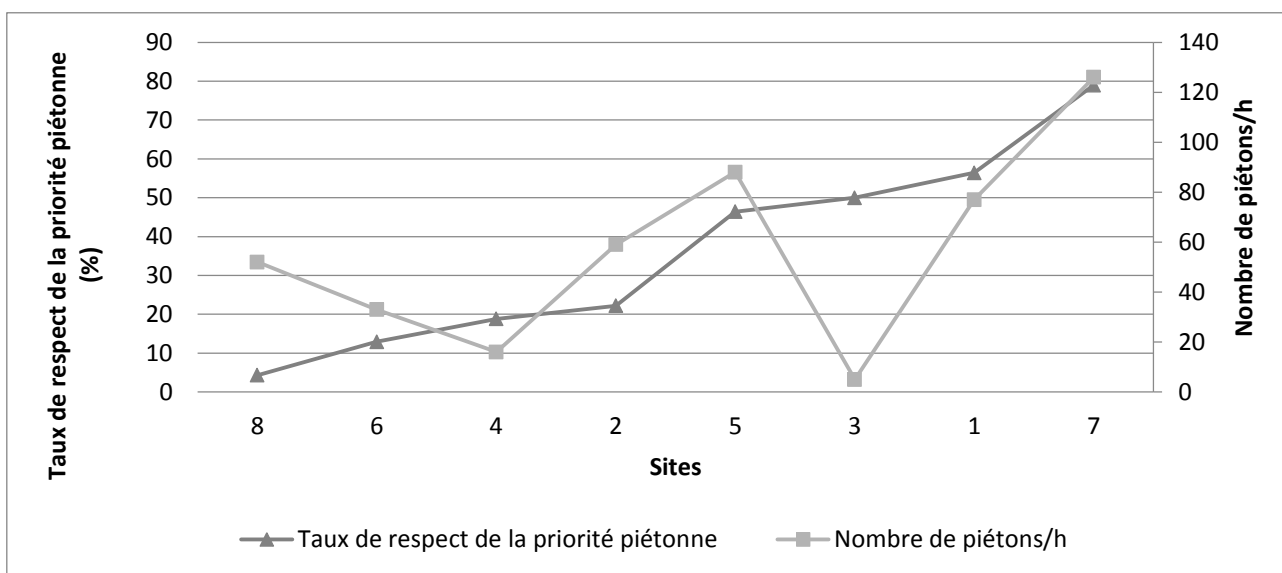


Figure 4-9: Volume de piétons selon le taux de respect de la priorité piétonne

En excluant le site # 3, le graphique ci-dessous (Figure 4-10) rapporte que les trois sites ayant les plus forts taux de respect (# 1, # 7 et # 5) sont aussi ceux dont le ratio (nombre de véhicules/ nombre de piétons) est le plus faible. Cette variable relate les mêmes effets que les deux précédentes concernant les volumes de circulation. Il est cependant impossible, avec les données de l'étude, de savoir si et à quel moment, la présence du piéton peut contrebalancer la présence de véhicules.

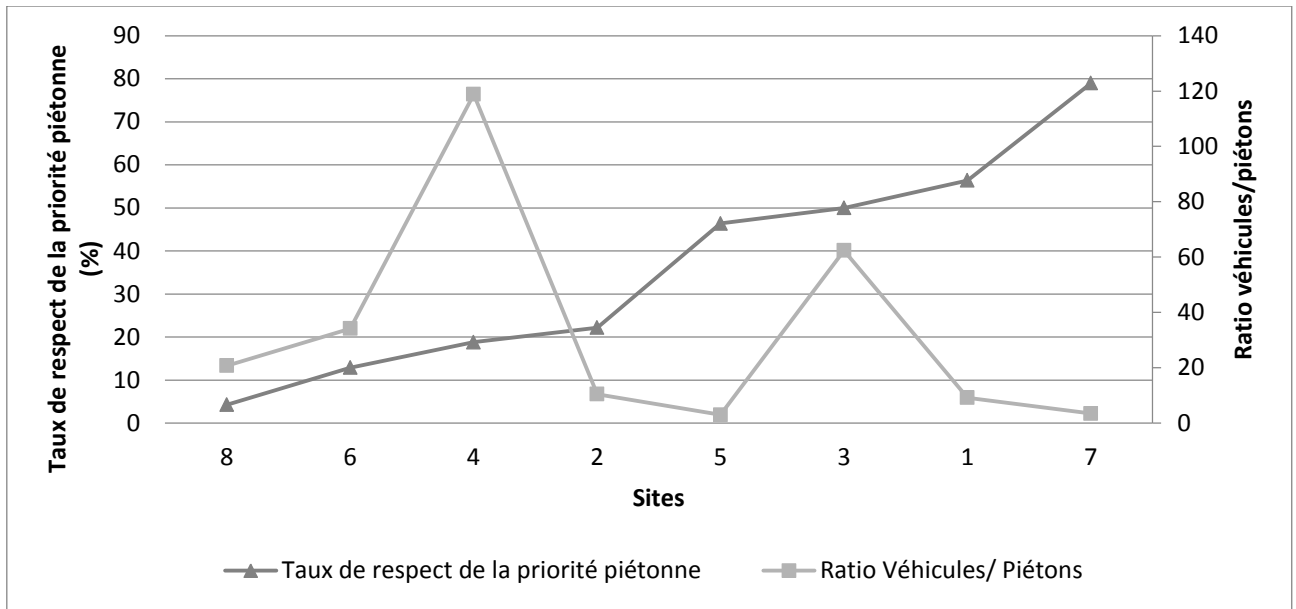


Figure 4-10: Ratio véhicules/piétons selon le taux de respect de la priorité piétonne

4.2.4 Longueur du passage et nombre de voies de circulation

Les variables longueur du passage et nombre de voies de circulation rendent compte de la distance sur laquelle le piéton va devoir partager l'espace avec les conducteurs. Les sites # 2, # 4, # 6 et # 8 (Figure 4-11) présentent les taux de respect les plus bas et sont aussi situés sur des chaussées à deux voies de circulation ou plus. Les sites # 3 et # 5 présentent les passages pour piétons les moins longs. Ils sont équipés d'un rétrécissement de la chaussée et d'une seule voie de circulation. Ils sont associés à des taux de respect moyens. En ces lieux, la visibilité est cependant obstruée par du mobilier urbain. Les sites # 1 et # 7 présentent les taux de respect les plus élevés et sont situés sur une chaussée à deux voies de circulation.

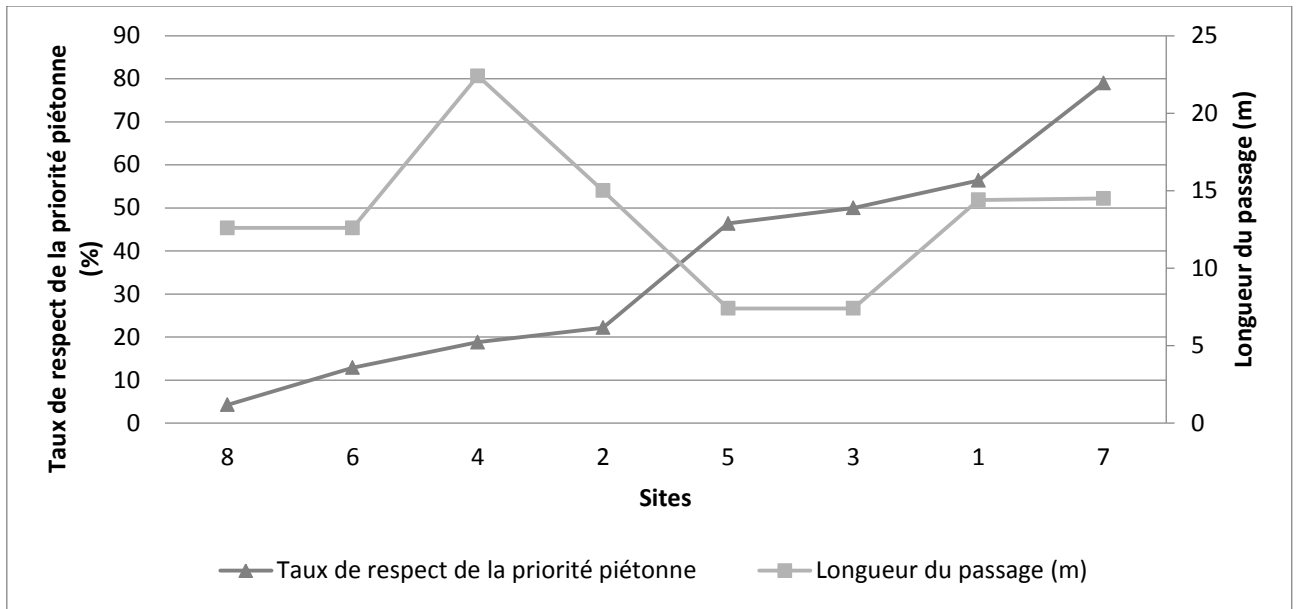


Figure 4-11: Longueur du passage selon le taux de respect de la priorité piétonne

4.2.5 Largeur du passage

Les sites les moins respectés (#2 # 4, # 6 et # 8), avec un taux de respect inférieur à 40 %, sont associés à des passages dont le marquage est plus étroit (Figure 4-12). De plus, en acceptant une marge d'erreur de 10 %, la largeur des marques du passage, semble être corrélée avec les taux de respect.

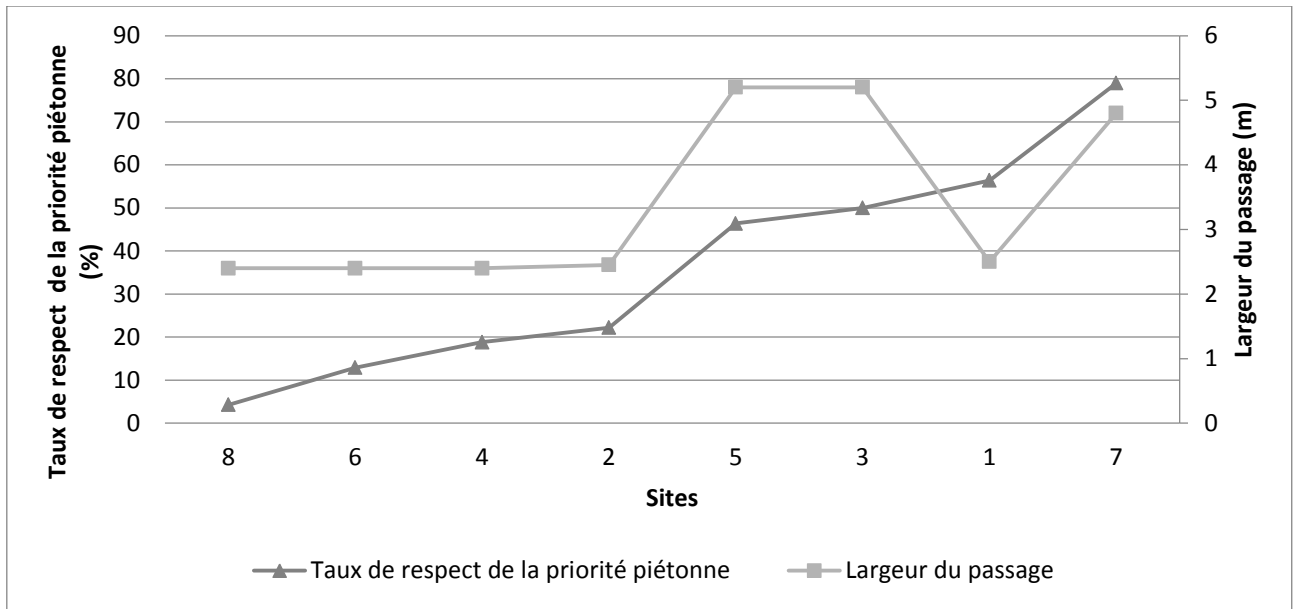


Figure 4-12 : Largeur du passage selon le taux de respect de la priorité piétonne

4.2.6 Sens des voies de circulation

Il apparaît que les trois sites présentant les plus faibles taux de respect sont aussi ceux dont la configuration présente deux voies dans un même sens de circulation, soit les sites # 6 et # 8 sur le boulevard Saint-Laurent (deux voies en sens unique) et le # 4 sur le boulevard Saint-Joseph (deux fois deux voies séparées d'un terre-plein). Ces lieux sont très achalandés par les conducteurs (Figure 4-6), mais peu par les piétons (Figure 4-9) et semblent peu propices à la traversée des piétons lors des observations de terrain : certains piétons choisissent plutôt de traverser plus loin, à l'intersection munie d'un feu.

4.2.7 Distance de l'intersection la plus proche

Les passages pour piétons sont, le plus souvent, implantés entre deux intersections afin de faciliter la traversée des piétons hors intersections. Les sites où les taux de respect sont les plus élevés (# 1, # 3, # 7, # 5) sont situés à plus de 100 mètres d'une intersection (Figure 4-13).

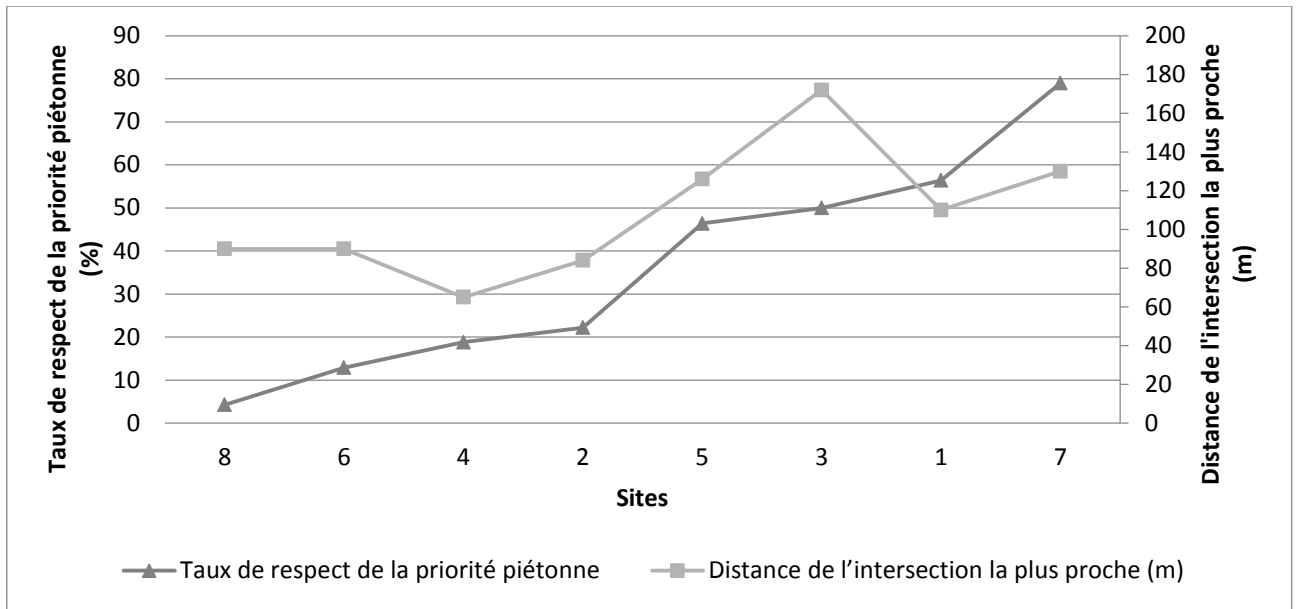


Figure 4-13 : Distance de l'intersection la plus proche selon le respect de la priorité piétonne

4.2.8 Largeur des trottoirs

Les deux sites ayant les trottoirs les plus larges sont associés à des taux de respect moyens (# 3 et # 5, sur la rue Saint-Hubert). En revanche ceux où les taux de respect sont les plus faibles (# 4, # 6 et # 8), présentent des trottoirs plus larges que ceux où le respect est le plus élevé. (

Figure 4-14). Il faut cependant faire attention car la largeur des trottoirs est souvent plus importante sur les grandes artères, là où le volume de circulation est élevé, alors ce n'est pas tant la largeur du trottoir qui est ici en cause que le volume de véhicules.

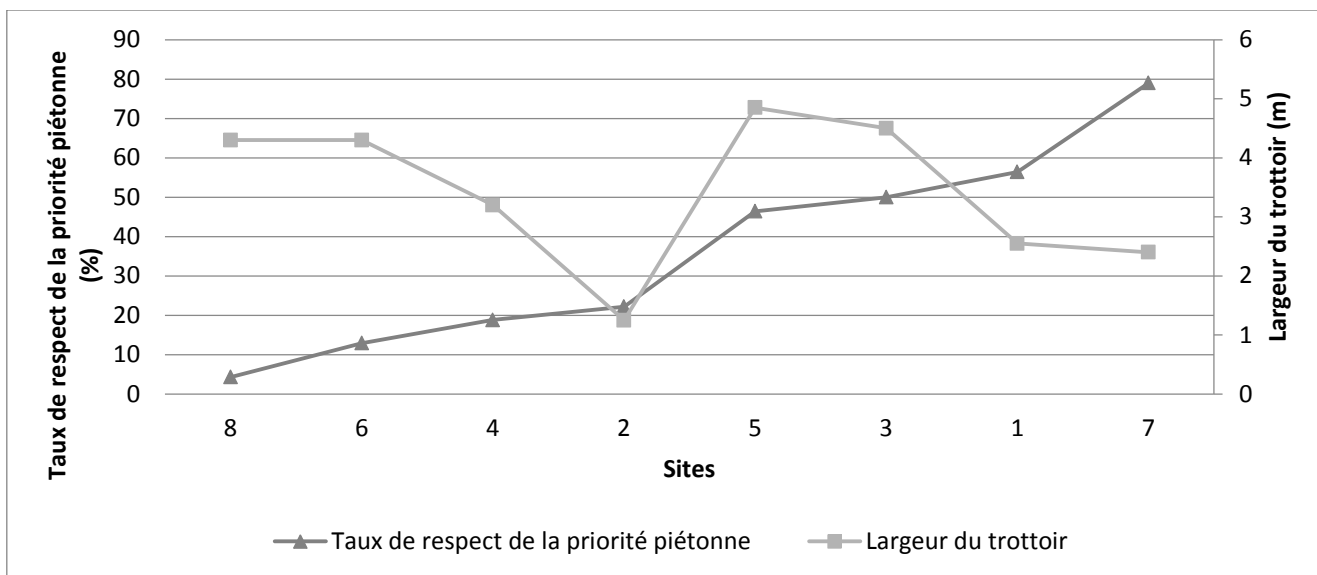


Figure 4-14 : Taux de respect de la priorité piétonne en fonction de la largeur des trottoirs

4.2.9 Marge de recul

La marge de recul caractérise l'environnement bâti, mais elle ne semble pas corrélée avec les taux de respect. Il est difficile de voir si elle peut avoir un impact potentiel sur le respect de la priorité piétonne (Figure 4-15).

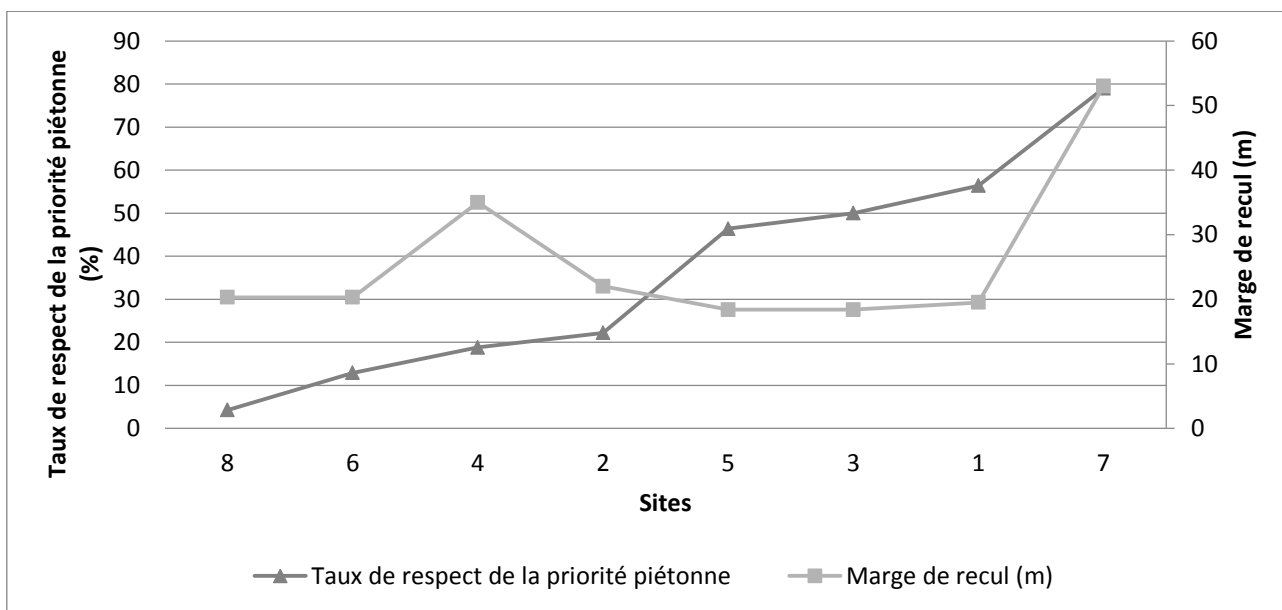


Figure 4-15 : Marge de recul selon le respect de la priorité piétonne

4.2.10 Comportement du piéton

Il apparaît qu'une faible majorité de piétons prend effectivement la priorité qui lui est octroyée, en s'engageant sur le passage pour piétons à l'approche d'un véhicule. En effet, en excluant les situations où le comportement ne fait pas partie de l'une ou l'autre des catégories (14 % des observations), 57 % des piétons s'engagent sur le passage pour piétons sans attendre. Ceci peut être attribuable à un grand nombre de variables. Pour les deux occurrences : le piéton attend, ou s'engage, la proportion de conducteurs qui arrête est calculée. Quand les piétons attendent, les conducteurs cèdent le passage dans 20 % des cas. Lorsque les piétons s'engagent, les conducteurs cèdent le passage dans 34 % des cas (Figure 4-16). Au cours de l'étude, sur les 193 piétons qui ont été observés, 120 regardent en direction du conducteur lorsqu'il approche du passage pour piétons. Chez 60 piétons, cette information n'a pas pu être relevée correctement. Une seule absence de contact visuel est observée avec certitude, 14 véhicules ont continué leur trajet et ne se sont pas arrêtés dans cette situation. Il n'est pas possible de tester la significativité de cet indicateur puisque la variable n'a pu être collectée de manière précise pour l'ensemble des observations.

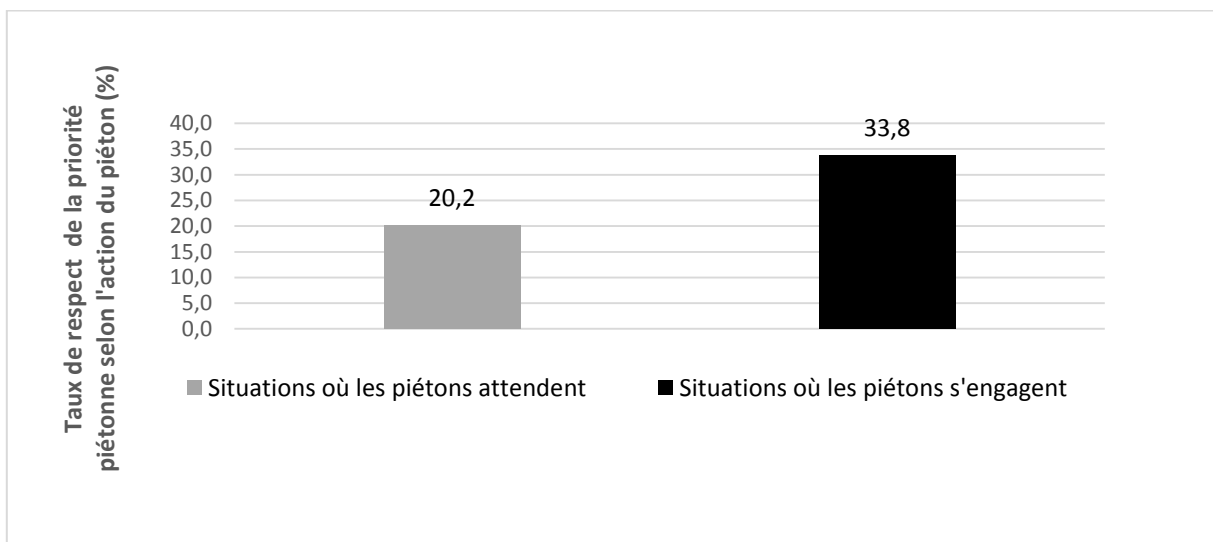


Figure 4-16: Taux de respect de la priorité piétonne selon l'action du piéton

4.3 Interprétation des résultats

Des disparités sont observées pour l'ensemble des sites tant au point de vue de leurs caractéristiques environnementales que de leur taux de respect. Les tests de corrélations entre les variables environnementales et les taux de respect ne rapportent pas de dépendance significative si une marge d'erreur de 5 % est choisie. Les effets des variables environnementales sur les taux de respect ne peuvent donc être clairement dégagés compte tenu du nombre de sites trop faible. Cependant, il est aussi possible que l'effet des autres variables présentes soit masqué par cette analyse bivariée. C'est pourquoi il est important d'analyser l'impact des variables dans leur ensemble.

Les sites les moins respectés (#2 # 4, # 6 et # 8), avec un taux de respect inférieur à 40 % de respect, sont associés à de faibles volumes de piétons, de faibles largeurs de passages, un nombre de voies de circulation supérieure à deux (et unidirectionnelles pour les sites # 4, # 6 et # 8). Ils sont aussi situés à moins de 100 mètres d'une intersection et à l'exception du site # 2, les volumes de circulation sont les plus élevés.

L'analyse détaillée des observations peut être mise en parallèle avec les connaissances apportées par la littérature afin d'appuyer les tendances qui semblent se dégager des corrélations calculées avec un très faible nombre d'observations. Les propos exposés ci-dessous ne sont valables que pour les sites étudiés.

4.3.1 Volume de véhicules

Le volume de véhicules rapporte une corrélation significative et négative avec les taux de respect, si une marge d'erreur de 10 % est acceptée. Les volumes de circulation élevés semblent associés à des taux de respect faibles. D'après les observations de terrain, le comportement du conducteur de tête semble influencer le comportement des conducteurs qui suivent. Souvent, lorsqu'un véhicule ne s'arrête pas, beaucoup le suivent et font de même. Le nombre de fois où un conducteur ne s'arrête pas est alors susceptible d'être conditionné par le geste du premier conducteur. Avec un volume de circulation élevé, cet effet est possiblement plus marqué.

4.3.2 Volume de piétons

Il semble que les lieux plus fréquentés par les piétons (#1, #5 et #7) soient plus sujets au respect de la priorité piétonne, même avec un fort volume de véhicules. Il est possible que ça soit dû à un effet d'accoutumance: les conducteurs s'attendent à rencontrer des piétons et seraient plus vigilants.

Seul le site # 3 s'éloigne de cette tendance. Mais seulement deux observations y ont été faites. L'enregistrement de la vidéo a été effectué après la fermeture des commerces, ce qui peut entraîner une forte baisse du volume piéton. Le site # 5, présentant les mêmes caractéristiques et situé sur la même rue, semble suivre la tendance, soit qu'un volume élevé de piétons serait associé à un plus fort taux de respect.

4.3.3 Longueur du passage

Lorsque le passage pour piétons est moins long, c'est que la rue est moins large et que le nombre de voies de circulation est lui aussi, réduit. Ainsi, il serait possible que le piéton s'engage et traverse plus facilement. Dans le cadre de l'étude, il est noté que les taux de respect bas sont associés à des chaussées à plus de deux voies de circulation. La longueur du passage pour piétons, tout comme le nombre de voies à traverser, semble avoir un impact indirect, mais important sur le respect de la priorité piétonne. Au site # 4 où quatre voies doivent être franchies, un terre-plein permet aux piétons de faire une traversée en deux temps. Au niveau des passages pour piétons, les chaussées des sites # 3 et # 5 sont rétrécies. Ces derniers ne sont pas associés à des taux de respect plus élevés. Cependant, des nuisances à la visibilité sont présentes au même endroit et peuvent aussi avoir un impact opposé, ne favorisant pas l'arrêt du véhicule. Dans le cas du site # 1 et # 7, la présence régulière de piétons (proximité de l'Université de Montréal et du métro) et la présence d'un feu de signalisation supplémentaire au site # 1 pourraient avoir un effet bénéfique sur l'arrêt des conducteurs.

4.3.4 Largeur du passage

La variable largeur du passage peut caractériser la visibilité du marquage. Si une marge d'erreur de 10 % est acceptée, cette variable rapporte une corrélation positive avec les taux de respect de la priorité piétonne. Il est possible que plus le marquage est large, mieux il est perçu par les conducteurs et les piétons. Il est aussi possible que ceci ait un impact sur le comportement, un passage plus large pourrait le rendre plus confortable et sécuritaire du point de vue du piéton.

4.3.5 Sens des voies de circulation

Aux passages pour piétons situés sur des chaussées à plus de deux voies de circulation, le double sens unique de circulation semble être associé à un taux d'arrêt plus faible. Les passages # 1 et # 7, situés sur des chaussées à deux voies dans chaque sens de circulation, rapportent des taux de respect plus élevés. Il est possible que le piéton soit moins visible, parce que l'afflux et la vitesse des véhicules sont plus importants en ces lieux et que le champ de vision du conducteur nécessite d'être plus large.

4.3.6 Distance de l'intersection la plus proche

À l'exception du site # 3, les passages à plus de 100 m d'une intersection rapportent des taux de respect plus élevés que ceux situés à moins de 100 m. De plus, cette variable est corrélée positivement avec les taux de respect de la priorité piétonne si une marge d'erreur de 10 % est acceptée. Les limites d'interprétations reliées à ce site ont déjà été exposées précédemment. Il est envisageable qu'un passage pour piétons situé loin d'une intersection, soit mieux détecté par les conducteurs qui n'ont pas eu à arrêter leur véhicule quelques mètres auparavant.

4.3.7 Visibilité

Aux sites # 3 et # 5, la présence de nuisance à la visibilité pourrait être la cause des taux de respect moyens observés, malgré des conditions de traversée qui semblaient favorables (peu

de véhicules, une seule voie de circulation). Peu importe la configuration routière, si le piéton n'est pas visible en bordure de chaussée, il est difficile d'attendre du conducteur qu'il s'arrête. Les stationnements, ainsi que le mobilier urbain ou la végétation, apparaissent comme des éléments néfastes à la visibilité du piéton. Les stationnements constituent des nuisances mobiles et ponctuelles, ce qui peut expliquer en partie, le fait que certains conducteurs s'arrêtent et d'autres non.

La visibilité de la signalisation est elle aussi importante pour que le conducteur s'arrête. La présence de panneaux clignotants et feux de signalisation supplémentaires aux sites # 1, # 3, et # 5 est associée à des taux de respect plus élevés que la moyenne de l'échantillon. Ces feux permettent possiblement d'améliorer la visibilité du passage dans des lieux très fréquentés (site # 1) ou lorsque la visibilité du piéton peut être compromise (sites # 3 et # 5). À l'inverse, la mauvaise qualité du marquage paraît néfaste au respect de la priorité piétonne. En effet, le même site, avec et sans marquage, rapporte des taux de respect différents dans les deux cas.

4.3.8 Marge de recul

Aucun effet n'a pu être dégagé concernant les variables « largeur de trottoir » et « marge de recul ». Il se peut que la largeur du trottoir soit liée au volume de piétons, mais cela n'apparaît pas clairement. Cependant, la largeur des trottoirs ne semble pas toujours être adaptée à la quantité de piétons qui se déplacent. Aussi, la marge de recul peut jouer un rôle dans la visibilité du piéton. En théorie, plus le champ de vision est large plus le piéton est visible. Cependant, aucun lien n'a pu être fait dans cette étude.

4.3.9 Comportement du piéton

Il semble que le comportement du piéton à l'approche du passage ait un impact sur l'arrêt des conducteurs. Les conducteurs semblent céder la priorité plus souvent (34 %) lorsque le piéton s'engage directement, contre (20 %) lorsqu'il attend. Le piéton s'expose alors à un risque et parfois, force le passage, afin de pouvoir traverser. Il apparaît d'après certaines situations (observées sur le terrain), que le conducteur s'arrête alors que le piéton est au milieu du passage. Le piéton ne donne alors aucun choix au conducteur, qui doit s'arrêter pour éviter la

collision. Dans ces situations, il est impossible de savoir si le conducteur se serait réellement arrêté s'il avait eu le choix.

4.3.10 Variables et taux de respect

L'analyse détaillée aide à faire un lien entre les variations de l'environnement (12 variables observées) et les taux de respects observés. Les sites où il y a beaucoup plus de véhicules que de piétons ne rapportent pas de forts taux de respect. La même observation est faite lorsque le passage se trouve sur une chaussée à plus d'une voie de circulation et/ou sur des doubles voies à sens unique. Certains aménagements pourraient cependant pallier ce problème comme la présence de terre-plein ou d'un rétrécissement de chaussée. La présence de nuisance à la visibilité, les stationnements et le mauvais marquage du passage peuvent expliquer l'observation de faibles taux de respect, par une mauvaise visibilité piéton/conducteur. Le Tableau 4-6 compile ces observations, les écrits permettant de soutenir ces constats sont aussi mentionnés. Les cases crises correspondent aux aménagements susceptibles de pallier les effets négatifs des premières variables exposées. L'établissement de ces liens ne s'applique que pour l'étude en cours.

Tableau 4-6 : Synthèse

Variables	Valeur de la variable	Littérature
Volume de piétons	Moins de 60 piétons/h	FHWA, 2009 ; Schroeder et al.2009
Volume de véhicules	Plus de 700 véhicules/h	Ewing 2009
Nombre de voies de circulation	Plus d'une voie	Zegeer, 2001 ; Bonnet et Lasarre, 2008 ; Dupriez et Houdmont,2008
Largeur du passage	Inférieur à 2,5 m	
Stationnement	Présence des deux côtés	Dupriez et Houdmont, 2008
Nuisance(s) à la visibilité	Présence	Harrell 1994
Configuration de la chaussée	Double voie à sens unique	Hearn, 2002
Marquage	Effacé	Jacobsen, 2003
Distance de l'intersection la plus proche	Inférieure à 100 mètres	Dupriez et Houdmont, 2008
Terre-plein	Présence	Zegeer, 2001
Signalisation supplémentaire	Présence	Fitzpatrick et al., 2005 ; Hakkert 2001
Rétrécissement de chaussée	Présence	Zeeger, 2001

4.4 Discussion et limites de l'étude

4.4.1 Limites

Cette étude tente de comprendre les raisons qui mènent ou non le conducteur à s'arrêter au niveau d'un passage pour piétons en expliquant les variations des taux de respect par les variations environnementales. Elle est en partie basée sur l'interprétation du chercheur et n'est valable que dans le cadre des observations faites aux sites étudiés. Le nombre de sites trop faible empêche de généraliser les tendances qui semblent se dessiner. Bien que le seuil statistique puisse parfois permettre d'établir des corrélations « statistiquement » significatives entre deux variables, l'échantillonnage des sites et la variété des types de passages sont insuffisants pour établir un lien causal et définitif expliquant le respect de la priorité piétonne. Cependant l'analyse détaillée des sites permet de discuter du lien possible entre les changements de l'environnement et les variations des taux de respect. De plus, la littérature consultée permet de soutenir les observations qui ont été faites. La méthodologie utilisée permet en premier lieu de prendre connaissance des caractéristiques de l'environnement de huit passages pour piétons et les taux de respect de la priorité piétonne qui leur sont associés. Cependant, le dépouillement et l'analyse des variables récoltées sont des tâches lourdes à réaliser et sujettes à de nombreux biais d'interprétations.

Tenter de dégager les effets d'un tel ensemble de variables sur un grand nombre de sites semble très ambitieux avec une telle méthodologie. Le dépouillement des vidéos est un long processus, ce qui implique de limiter le nombre de sites à l'observation. C'est pourquoi un nombre moins important de sites a été choisi. Ceci permet de prendre différentes variables en compte. Cependant, toutes n'ont pas été utiles ou utilisables. C'est le cas pour les données comportementales liées aux piétons. Il est difficile de statuer quant au contact visuel entre les usagers de manière objective avec les vidéos récoltés. Les données relatives aux cyclistes n'ont pu être retenues également, car un nombre trop faible d'interactions entre un piéton et un cycliste a été recensé. Il s'est avéré au fil des sorties de terrain que certaines informations récoltées avec la grille d'observation manuelle soient erronées ou incomplètes. C'est pourquoi elles n'ont pas été utilisées pour la suite de l'étude. Une grille d'observation remplie manuellement peut être efficace pour récolter seulement le taux de respect. Il est impossible de

comptabiliser manuellement plusieurs aspects à la fois, comme par exemple de calculer les volumes de circulation, à moins de bénéficier d'autres ressources de terrain. Si cette méthode est utilisée, il est recommandé que le travail s'effectue à deux pour limiter les erreurs.

La même méthodologie pourrait être réalisée sur un nombre plus élevé de sites, en ne prenant en compte que les variables les plus importantes, afin d'alléger la tâche de dépouillement. Il serait alors intéressant d'abord d'évaluer globalement la visibilité du piéton et du passage (puisque les variables ont le plus souvent un impact sur la visibilité), puis de récolter seulement les volumes de circulations et les taux de respect. Il serait aussi possible de faire une recherche plus approfondie en améliorant la méthodologie. Il serait recommandé de mener la recherche en deux phases. L'une permettant de dégager l'effet de chacune des variables, de manière individuelle, à l'aide de sites témoins et sur un grand nombre de sites. La deuxième, de récolter les taux de respect de la priorité piétonne. Ceci permettrait d'obtenir les impacts des variables en limitant les biais d'interprétation apportés par le chercheur.

Dans la présente étude, le comportement du conducteur ne peut être apprécié qu'en tant que conséquence des éléments physiques et circonstanciels retrouvés sur le site (ex. manque de visibilité, volumes de circulations et vitesse trop élevée). Il aurait aussi été intéressant de pouvoir évaluer les connaissances, les motivations et le comportement des conducteurs et des piétons. Ceci peut être fait à l'aide de sondages par exemple.

4.4.2 Taux de respect et variables environnementales

Pour les huit sites étudiés, la priorité accordée aux piétons est respectée dans peu de cas par les conducteurs, 36 %. Les experts sondés par Bruneau et Morency (2016) avaient estimé pour 33 % d'entre eux que cette valeur était comprise entre 25 et 49 %. Cette valeur se rapproche aussi des résultats de l'étude de (Britt et al., 1995) qui observait que dans 80 % des cas, le conducteur ne s'arrête pas au passage pour piéton. Le non-respect de cette règle peut être une des raisons du fort taux de collision relevé aux passages pour piétons dans les précédentes études.

Des variations dans les caractéristiques de l'environnement et dans les taux respects de la priorité piétonne ont été observées. L'effet potentiel de 12 variables environnementales sur le

taux de respect pour les huit sites a été exploré. La plupart pourraient avoir un effet sur la visibilité du piéton ou du passage lui-même (stationnement, visibilité du marquage). D'autres reflètent l'exposition au risque (longueur du passage, présence de terre-plein, volume de véhicule). La plupart des variables ne semblent pas favoriser le respect de la priorité piétonne. Bien que certains sites bénéficient d'aménagements spécifiques (terre-plein, feu clignotant), très peu d'aménagements ou d'organisation spécifique de l'espace ne sont observés. Aménager l'espace permet pourtant d'influencer le comportement du conducteur afin d'obtenir l'effet souhaité (Fleury, 2001 ; Millot, 2003 ; Grundy et al., 2009 ; Vis et al., 1992 ; Engel et Thomsen, 1992). Les rues pavées ou plus étroites permettent par exemple d'induire une diminution de la vitesse de la part des conducteurs (Vis et al. 1992). À Montréal, Tanier (2015) avait fait le même constat : le manque d'aménagements destinés aux piétons semblait affecter la sécurité des piétons les plus âgés. Certains outils d'aménagement seraient alors susceptibles d'entraîner de meilleurs taux de respect en ces lieux.

La visibilité piéton/conducteur ne peut, dans cette étude, être appréciée que par la présence ou non d'éléments susceptibles de masquer le piéton et/ou la signalisation. La présence par exemple de bacs à fleurs, de végétation ou de véhicules en stationnement sur certains sites cache parfois le piéton. Mais de nombreux paramètres n'ont pu être pris en compte, comme la position du piéton ou la couleur des vêtements qui influent pourtant sur la visibilité du piéton (Harrell, 1994). Afin d'améliorer la visibilité piéton/conducteur, l'implantation d'une lumière rouge signalant la présence du piéton au conducteur avait rapporté des taux de respect plus élevés dans l'étude de Fitzpatrick (2005) et l'étude de Gomez et al. (2012), avait rapporté que des outils tels qu'un marquage avancé ou des signaux lumineux encourageaient le conducteur à regarder le piéton plus tôt et plus fréquemment. Dans l'étude, les trois sites étant dotés d'une lumière supplémentaire sont aussi associés à des taux de respect au-dessus de la moyenne de l'échantillon. Il est en effet envisageable de maximiser la visibilité du passage et des piétons à l'aide de dispositifs lumineux et de veiller à maintenir le marquage du passage pour piétons visible (Gouvernement du Québec, 2017). L'absence de marquage induirait une augmentation du nombre de piétons blessés (Morency, 2013) et la largeur du marquage aurait une légère influence sur les taux de respect. Il faut cependant faire attention à ne pas banaliser les passages pour piétons en ajoutant trop de signalisation et prendre aussi l'environnement immédiat du passage en compte. Comme pour obtenir des réductions de vitesse, (NYCDT,

2012) la prise en compte de la conception de la chaussée est importante pour obtenir des conducteurs qu'ils s'arrêtent au passage pour piétons et maximiser la visibilité. Le gouvernement du Québec (2017) recommande d'éviter d'installer du mobilier urbain, de la végétation ou des stationnements à proximité des passages pour piéton, mais ceci n'est pas toujours appliqué aux passages pour piétons étudiés.

Les sites situés à plus de 100 m d'une intersection contrôlée rapportent de meilleurs taux de respect que ceux situés à moins de 100 m. Cette distance permet à un conducteur roulant à 50 km/h, de voir le piéton et de s'arrêter confortablement (Dupriez et Houdmont, 2008). Il est alors possible qu'un carrefour rapproché influence le fonctionnement et le respect de la priorité au passage pour piétons. Les conducteurs n'ayant pas le temps de redémarrer à l'intersection, voir et s'arrêter à nouveau au passage pour piétons. Il est aussi possible que le phasage d'un feu ou les remontées de file par exemple aient une influence au niveau du passage pour piétons plus marqué lorsque l'intersection est proche. Le conducteur de tête peut influencer les conducteurs qui le suivent (Nordback et al. 2015), ce phénomène peut entraîner plus de conducteurs à ne pas s'arrêter au passage pour piétons.

Dans l'étude, les doubles sens uniques de circulation sont associés à de faibles taux de respect. Il est possible que ce type de configuration favorise le déplacement des véhicules, qui peuvent alors pratiquer une vitesse plus soutenue. Ce phénomène avait été souligné par Héran (2002), qui concluait que les améliorations apportées par l'implantation d'un sens unique ne compensaient pas les effets de l'accroissement des vitesses et du trafic qu'ils engendrent. Cet accroissement de vitesse peut avoir un impact sur les taux de respect. En effet, les vitesses pratiquées n'ont pas été prises en compte dans cette étude, mais il semble que la probabilité de céder le passage diminue avec des vitesses élevées (Garder, 2004 ; Hassan, 2005).

Un volume de véhicules élevé et/ou des chaussées larges (nombre de voies élevé) ; ne semblent pas être favorable au respect de la priorité piétonne par les conducteurs. Les plus faibles taux de respect de la priorité piétonne sont ainsi associés à des passages situés sur plus de deux voies de circulation et présentant des volumes de circulation élevés. En effet, plus le nombre de voies à traverser est élevé, plus le nombre de véhicules susceptibles d'arrêter est élevé. Lors de l'étude, avec au-delà de deux voies de circulations, la traversée des piétons semble plus difficile.

Dupriez et Houdmont (2008) recommandent que le passage pour piétons ne dépasse pas 4,5 m par sens de circulation et 6,5 m pour deux sens de circulation. Ces valeurs sont bien supérieures sur les sites étudiés à Montréal, notamment ceux qui ont deux voies de circulation (13,8 m en moyenne). De plus, la largeur de la chaussée ou le nombre de voies à traverser sont identifiés dans la littérature comme facteurs de risque pour les piétons (Zeeger, 2001 ; Bonnet et Lasarre 2008). Il est alors possible que certains passages pour piétons étudiés ne soient pas adaptés au volume de véhicules ni à la largeur de la chaussée. Lorsque c'est possible, la mise en place d'outils d'aménagements tels qu'un rétrécissement de chaussée ou un terre-plein central peut permettre de pallier ce problème (Zeeger, 2001).

Un volume de piétons élevé semble entraîner un meilleur respect de la priorité piétonne, car il est possible que les conducteurs soient plus enclins à s'arrêter lorsqu'ils sont familiers avec la présence des piétons. La FHWA recommande notamment d'implanter des passages pour piétons là où la concentration de piétons est élevée (FHWA, 2009).

Il apparaît donc que de nombreuses caractéristiques, déjà identifiées comme défavorables à la sécurité du piéton, ont été retrouvées sur les sites étudiés. Il est possible que, dans quelques cas, l'emplacement même du passage pour piétons ne soit pas adéquat ou que l'aménagement soit insuffisant à le rendre sécuritaire. Pourtant Dupriez et Houdmont (2008) stipulent que « *si l'environnement routier n'est pas adéquat à l'implantation d'un passage pour piétons, il est souhaitable soit d'en modifier les caractéristiques, si cela est possible, soit d'implanter un passage pour piétons à un endroit plus approprié* ».

En dehors des aspects environnementaux, des aspects comportementaux pourraient eux aussi jouer un rôle sur les taux de respect de la priorité piétonne. Concernant le conducteur, le seul comportement qui peut être interprété de façon sûre est son ralentissement et le respect de la priorité ou non. Le fait, pour un piéton de s'engager sur le passage et d'établir un contact visuel sont deux aspects qui sont susceptibles de l'influencer. Il a été possible de vérifier que le fait que le piéton s'engage semble influencer le geste du conducteur. Les conducteurs ont été plus nombreux à céder la priorité aux piétons qui s'engageaient qu'à ceux restants immobiles et en attente sur le bord de la chaussée. Ceci corrobore les résultats de Hakkert (2002) qui rapporte que 23,1 % des conducteurs cèdent la priorité aux piétons lorsque ce

dernier attend sur le trottoir contre 76,9 % lorsqu'il est engagé, au début ou au milieu du passage.

Enfin, il est important de prendre en compte l'impact de l'ensemble des caractéristiques d'un site. L'installation d'un terre-plein central seul, comme cela a été observé pour le site # 4, ne permet pas systématiquement la traversée face à un volume de véhicules et/ou un nombre de voies trop élevé par exemple. Schroeder et Rouphail (2010) stipulent d'ailleurs que l'efficacité et la sécurité du passage pour piétons peuvent être décrites par un ensemble de caractéristiques. L'annexe 7.6 présente un plan de réflexion pour créer une matrice des variables environnementales, afin d'observer d'une part l'ensemble des variables environnementales en un site, puis de les confronter au taux de respect de la priorité piétonne. C'est un outil qui pourrait être bonifié dans une future étude qui considérerait un plus grand nombre de sites.

Chapitre 5 Conclusion

Bien que certains aspects méthodologiques de l'étude puissent être améliorés, les objectifs de l'étude sont atteints. La méthodologie permet de connaître les caractéristiques et les taux de respect de huit sites de passages pour piétons à Montréal. L'hypothèse avancée semble valide ; les passages pour piétons permettent aux piétons de traverser la rue, mais la priorité qui leur est accordée n'est pas systématiquement respectée. Il apparaît en premier lieu que les taux de respects de la priorité piétonne sont relativement faibles (36 %) et rapportent de fortes variations allant de 4 % à 79 %. Des variations environnementales sont aussi observées, puisque les caractéristiques du passage pour piétons sont différentes d'un site à l'autre. Les taux de respect de la priorité piétonne reflètent le comportement du conducteur, qui est influencé par les caractéristiques environnementales. Tous deux ont un impact sur la sécurité aux passages pour piétons. Les observations faites aux sites rapportent qu'un piéton a 66 % de risque d'être en conflit avec un conducteur.

Cet état de risque pour le piéton peut provenir, en partie, de l'environnement et/ou du manque d'éléments de modération du trafic qui influence le comportement du conducteur et donc le respect de la priorité piétonne. L'implantation du passage pour piétons ne semble pas toujours

adaptée à l'environnement (volumes de circulations, largeur de chaussée, visibilité) et ne présente que très peu d'outils de régulation de circulation ou d'aménagement de l'espace. Lorsqu'un site présente de nombreuses variables défavorables à la sécurité du piéton, celui-ci présente aussi un faible taux de respect. Il faut cependant garder à l'esprit que les résultats présentés sont valables pour les huit sites à l'étude et ne peuvent faire l'objet d'une généralisation. Ils apportent cependant de nouvelles hypothèses de recherche intéressantes. L'adaptation de l'environnement peut être une solution pour que les passages pour piétons soient mieux respectés, plus confortables et efficaces. Ne serait-ce que dans le but d'optimiser au maximum la visibilité du piéton et du passage.

Cette étude soulève donc une série de perspectives de recherche qui contribueraient à améliorer la qualité des déplacements et la sécurité des piétons en milieu urbain. Il serait intéressant, afin de poursuivre sur la lancée de cette étude, de prendre connaissance premièrement des impacts des variables environnementales pour un nombre de sites plus élevé, puis d'élaborer une matrice des variables environnementales, telle que proposée en Annexe 7.5, pour éventuellement définir l'efficacité théorique ou potentielle d'un passage pour piétons à implanter. Cette méthodologie pourrait alors s'appliquer à plusieurs milieux, notamment à Montréal, mais aussi ailleurs au Québec. La matrice serait alors réalisée sur la base d'effets plus susceptibles d'être généralisés et pourrait être appliquée à un éventail plus varié de passages pour piétons, afin de tester et/ou prédire l'impact des passages pour piétons actuels ou futurs sur la sécurité.

Chapitre 6 Références

Al-Ghamdi, A.S. (2002). Pedestrian-vehicle crashes and analytical techniques for stratified contingency tables. *Accident Analysis and Prevention*, vol 34, n° 2, p. 205–214.

Artanxa, J. et Carré, J-R. (2002) Cheminements piétonniers et exposition aux risques. *Recherche Transports Sécurité* n°76, p. 173–189.

Bonnet, E. et Lassarre, S. (2008) Analyse spatiale des déplacements des piétons en milieu urbain du point de vue des traversées afin d'évaluer l'exposition au risque d'accident,

Britt, J.W., Bergman, A.B, Moffat, J. (1995) law enforcement, pedestrian safety, and driver compliance with crosswalk laws: evaluation of a four-year campaign in Seattle. *Transportation Research Board* n° 1485, p. 160-167

Bruneau, J-F. et Morency C. (2016) Évaluation du potentiel d'application d'une démarche « Code de la rue » pour le Québec et identification des enjeux et stratégies liés à sa mise en œuvre. Polytechnique Montréal, Projet R 703.1, 319 p.

Certu (2009) Zones de circulation apaisée : Aire piétonne, zones de rencontre, zone 30 : quels domaines d'emploi ? Fiche 2, 8p.

City of Boulder Transportation Division (2011) Pedestrian crossing treatment installation guidelines, 28 p.

DaSilva, M. P., Smith, J. D., et Najm, W. G. (2003) Analysis of pedestrian crashes. National Highway Traffic Safety Administration, 96 p.

Dupriez, B. et Houdmont, A. (2008) Accidents piétons sur passages piétons non réglés par feux. Analyse détaillée d'accidents (2000-2005) en Région de Bruxelles-Capitale par l'Institut Belge de Sécurité Routière (IBSR), 68 p.

EPOMM (2017) European Platform on Mobility Management

<http://www.epomm.eu/tems/cities.phtml> page consultée le 8 novembre 2017

- Engel U. and Thomsen LK. (1992) Safety effects of speed reducing measures in Danish residential areas. *Amid. Am/. & Prev.* Vol. 24, n° 1, p. 17-28.
- Ewing, R., Dumbaugh, E. (2009) The built environment and traffic safety. *Journal of planning literature.* Vol.23, n° 4, p. 347-367.
- Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation (FHWA) (2009) *Manual on Uniform Traffic Control Device (MUTCD)*, 864 p.
- Fitzpatrick, K., S. Turner, M. Brewer, P. Carlson, N. Lalani, B. Ullman, N. Trout, E. S. Park, D. Lord, and J. Whitacre (2006) Improving pedestrian safety at unsignalized crossing. TCRP Report 112/NCHRP Report 562, Washington, DC : Transportation Research Board.
- Fleury D. (1998) *Sécurité et urbanisme*, paris : presses de l'école nationale des ponts et chaussées, 299 p.
- Fleury, D; Brenac, T. (2001) Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies, accident analysis and prevention, vol. 33, n° 2, p. 267-276.
- Forum International des Transports (FIT) (2012) *Piétons : Sécurité, espace urbain et santé ;* Éditions OCDE, 20 p.
- Garder, P.E. (2004). The impact of speed and other variables on pedestrian safety in Maine. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 36, n° 4, p. 533-542.
- Gomez, R., Samuel, S., Gerardino, L. Romoser, M., Collura, J., Knodler J., Michael, A, Ficher DL. (2012) Do Advance Yield Markings Increase Safe Driver Behaviors at Unsignalized, Marked Midblock Crosswalks? Driving Simulator Study. *Transportation Research Record*, vol. 2264, p. 27-33.
- Greuter, B. and Häberli, V. (1993) *Indikatoren im Fussgängerverkehr.* Vereinigung Schweizer. Strassenfachleute. vol. 284.

Grundy C., Steinbach, R., Edwards, P., Green, J. Armstrong, B. et Wilkinson, P. (2009). Effect of 20 mph traffic speed zones on road injuries in London, 1986-2006: controlled interrupted time series analysis, British Medical Journal vol. 339, p 44-69.

Gouvernement du Québec (2017) Office des personnes handicapées-Intersections et passages pour piétons. <https://www.ophq.gouv.qc.ca/publications/guides-de-loffice/guides-pour-les-ministeres-les-organismes-publics-et-les-municipalites/vers-des-parcours-sans-obstacles/5-intersections-et-passages-pour-pietons.html> page consulté le 10 août 2017.

Gouvernement du Québec (2017) Code de la sécurité routière, chapitre C-24.2 <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/C-24.2> page consulté le 30 juillet 2017.

Hakkert, A-S., Gitelman, V. et Ben-Shabat, E. (2002) An evaluation of crosswalk warning systems: effects on pedestrian and vehicle behavior. Transportation Research Part F-5, p 275-292.

Harrell, W.A. (1994) Effects of Pedestrians' Visibility and Signs on Motorists' Yielding. Perceptual and motor skills, vol. 78, n°2, p. 355-362.

Héran, F. (2002) Le reflux des rues à sens unique. Note de recherche. Flux n° 48-49, p. 83-93.

Jacobsen, P.L. (2003) Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. Injury and Prevention. N° 9, p. 205-209.

Joly, I., Masson, S., Petiot, R. (2006) Les déterminants de la part modale des transports en commun dans 100 villes du monde. Les Cahiers Scientifiques du Transport, n° 50, p. 91-120.

Johnson, R.S. (2005) Pedestrian safety impacts of curb extensions: a case study. Final Report SPR 304-321, FHWA, 34 p.

Koepsell, T., McCloskey, L., Wolf, M., Vernez Moudon, A., Buchner, D., Kreuss, J. et Patterson, M. (2002) Crosswalk markings and the risk of pedestrian-motor vehicle collisions in older pedestrians. JAMA, n° 17, vol 288, p. 21-36.

- Millot, M. (2003) développement urbain et insécurité routière : l'influence complexe des formes urbaines. INRETS 418 p.
- Morency, P. (2010) Potentiel d'une approche populationnelle orientée vers la reconfiguration des environnements urbains pour améliorer la sécurité des piétons. Thèse de doctorat, Université de Montréal, Montréal, 250 p.
- Morency, P. (2013). Sécurité des piétons en milieu urbain : enquête sur les aménagements routiers aux intersections. Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, Secteur environnement urbain et santé, Ottawa, Ontario : Canadian Electronic Library. 34 p.
- Morency, P. Cloutier, M-S. (2005) Distribution des accidents de la route dans Villeray-St-Michel-Parc-Extension. Extrait de : Cartographie pour les 27 arrondissements. Direction de santé publique de Montréal, 9 p.
- MTMDDET (2018) Sécurité et signalisation. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/securite-signalisation/signalisation/Pages/marques-chaussee.aspx> page consultée le 12 février 2018.
- Murard, F. et al, (2011) Le « code de La rue » une démarche qui profite dès aujourd'hui à tous les usagers et ouvre de nouvelles perspectives aux politiques locales de déplacements. Transports, n° 466, vol 88, 10 p.
- Nordback, K.; Turner, S.; Petritsch, T. (2015) Webinar: Pedestrians Count! – How to Measure Foot Traffic. TREC Webinar Séries. 6. http://pdxscholar.library.pdx.edu/trec_webinar/6 page consultée le 17 août 2017.
- NYC Department of Transportation. (2012) Sustainable Streets Index. 50 p.
- OMS (2013) Pedestrian safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners. 132 p.
- OMS (2014) D'Amsterdam à Paris et au-delà, le programme paneuropéen pour les transports, la santé et l'environnement (PPE-TSE) 2009–2020. 59 p.

Paquin, S. (2012) La méthode de l'audit de potentiel piétonnier actif sécuritaire (PPAS) pour un aménagement urbain favorable aux piétons. Agence de la santé et des services sociaux de Montréal, 44 p.

Perspective Monde (2017) Outils pédagogiques des grandes tendances mondiales depuis 1945, Université Sherbrooke.

<http://perspective.usherbrooke.ca/bilan/tend/CAN/fr/SP.URB.TOTL.IN.ZS.html> page consultée le 20 mai 2017.

Piétons Québec (2016) Piétons Québec salue la volonté de la Ville de Montréal d'adopter une « Vision Zéro », Communiqué de presse, Piétons Québec, 1 p. <http://>

[/pietons.quebec/communiqu/2016/pietons-quebec-salue-volonte-ville-montreal-dadopter-une-vision-zero](http://pietons.quebec/communiqu/2016/pietons-quebec-salue-volonte-ville-montreal-dadopter-une-vision-zero) page consulté le 9 décembre 2016.

SAAQ. (2012) Dossier statistique : bilan 2012. Accidents, parcs automobiles, permis de conduire. <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/espace-recherche/statistiques-2011-accidents-permis-vehicules.pdf> page consulté le 23 mars 2015.

Saunier, N. (2015) Analyse d'interactions entre usagers motorisés et non-motorisés en présence de pistes cyclables : cas d'étude à Montréal. Polytechnique de Montréal, 10 p.

Schroeder, B., Roupail, N. (2010) Empirical Behavioral Models to Support Alternative Tools for the Analysis of Mixed-Priority Pedestrian-Vehicle Interaction in a Highway Capacity Context. National Institute of Health Transportation Research Record, vol. 2182, n° 17 p. 129-138.

Schroeder, B., Roupail, N., Lehan, B. (2009) Observational Study of Pedestrian Behavior along a Signalized Urban Corridor. Presented at the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 23 p.

Shurbutt, J., Van Houten, R., Turner, S., & Huitema, B. (2009). Analysis of effects of LED rectangular rapid-flash beacons on yielding to pedestrians in multilane crosswalks. Transportation Research Record, vol. 2140, n°09, p. 85-95.

Souissi, M-T. (2013) Révision des passages piétons à Montréal pour une sécurité accrue et un plus grand confort des piétons. Présentation au colloque COPIE 2013. 15 p.

SPVM. (2014) Signalisation. <https://spvm.qc.ca/fr/Fiches/Details/Signalisation-pour-les-pietons> page consultée le 13 décembre 2016.

Tanier, A. (2015) De trop nombreux piétons âgés victimes des lacunes de l'aménagement urbain Piétons Québec, la TCAIM et le CRE Montréal demandent de repenser les aménagements pour mieux tenir compte du vieillissement de la population – Communiqué de presse,
http://pietons.quebec/sites/default/files/upload/documents/communiques/pietonsqc_comm-lancement_20151006.pdf page consulté le 9 décembre 2016.

Tom, A., Auberlet, J-M. et Brémond, R. (2008) Approche psychologique de l'activité de traversée de piétons au carrefour. Recherche Transports Sécurité, vol 101, p. 265–279.

Van Eslande, P. et al. (1997) Scénarios types de production de l'“erreur humaine” dans l'accident de la route. Rapport INRETS n°218, 180 p.

Van Houten, R. G., Ellis, R. D., Marmolejo, E. (2008) Stutter-Flash Light-Emitting-Diode Beacons to Increase Yielding to Pedestrians at Crosswalks. In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2073, p. 69-78

Ville de Montréal (2016) Annuaire statistique 2016 de l'agglomération de Montréal.
http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6897,68149701&_dad=portal&_schema=PORTAL page consulté le 30 juillet 2017.

Ville de Montréal (2006) Charte du piéton : document de consultation.
http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/commissions_perm_v2_fr/MEDIA/DOCUMENTS/CHARTE%20DU%20PI%C9TON_JUIN%202006_20060613.PDF page consulté le 12 juin 2013.

Ville de Montréal (2008) Plan de transport 2008.
http://servicesenligne.ville.montreal.qc.ca/sel/publications/htdocs/porteaccespublication_Fr/po rteaccespublication.jsp?systemName=68235660 page consulté le 6 novembre 2013.

Ville de Montréal (2016) Population total.

http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_dad=portal&_pageid=6897,67887840&_schema=PORTAL page consulté le 6 juin 2013.

Vis A.A., Dijkstra, A. et Slop, M. (1992) Safety effects of 30 Km/h zones in the Netherlands, *Amid. Analysis and Prevention*, vol. 24, n°1, p. 75-86.

Ward, H., Cave, J., Morrison, A., Allsop, R. et Evans, A. (1994) *Pedestrian Activity and accident risk*. University of London, Foundation for Road Safety Research, Basingstok, 135 p.

Zegeer, C., Stewart, J., Huang, H., Lagerwey, P., Feaganes, J. et Campbel, B-J. (2001) *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations: final report and recommended guidelines*. Publication FHWA. 114 p.

Chapitre 7 Annexes

7.1 Données de recensements

Tableau 7-1 : Données de recensements modifiées

Arrondissements	Mode de déplacement					Population
	Véhicules (passagers ou conducteur)	Transports collectifs	Marche	Marche + Transports collectifs	Autres	Densité (habitants/km2)
Ville de Montréal	53%	35%	8%	43%	3%	4 438
Ahuntsic-Cartierville	58%	34%	6%	40%	2%	5 240
Anjou	64%	30%	5%	34%	1%	2 989
Côte-des-Neiges–Notre-Dame-de-Grâce	43%	45%	9%	54%	3%	7 661
Lachine	69%	21%	7%	28%	3%	2 336
LaSalle	64%	30%	4%	34%	2%	4 595
Le Plateau-Mont-Royal	32%	35%	21%	56%	12%	12 430
Le Sud-Ouest	47%	41%	9%	50%	3%	4 455
L'Île-Bizard–Sainte-Geneviève	82%	13%	3%	16%	2%	745
Mercier–Hochelaga-Maisonneuve	51%	39%	7%	46%	3%	5 081
Montréal-Nord	60%	32%	6%	39%	2%	7 594
Outremont	52%	28%	13%	41%	6%	5 947
Pierrefonds-Roxboro	77%	19%	3%	22%	1%	2 404
Rivière-des-Prairies–Pointe-aux-Trembles	72%	23%	3%	26%	1%	2 492
Rosemont–La Petite-Patrie	46%	40%	8%	49%	5%	8 430
Saint-Laurent	63%	31%	5%	36%	2%	1 983
Saint-Léonard	67%	28%	4%	32%	1%	5 317
Verdun	53%	39%	6%	44%	2%	6 802
Ville-Marie	31%	35%	28%	63%	6%	4 775
Villeray–Saint-Michel–Parc-Extension	45%	45%	7%	52%	3%	8 661

(Modifié par M.Pécot de Ville de Montréal, 2006)

7.2 Coordonnées des sites étudiés

Tableau 7-2 : Longitude et latitude des huit sites étudiés

Sites	Coordonnées	
	Longitude	Latitude
1	45.504185	45.504185
2	45.529131	45.529131
3	45.538625	45.538625
4	45.528638	45.528638
5	45.535382	45.535382
6	45.516497	45.516497
7	45.509024	45.509024
8	45.516497	45.516497

7.3 Base de données

		Variables pour chaque observation de traversée																Variables pour l'ensemble du site													
N° Site	Id	Position du piéton		Comportement du piéton			Contact visuel		Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site						Respect/site				
		Nombre de piétons en présence	Coté A	Coté B	Immobile attend qu'on lui laisse la priorité	S'engage	Attend puis s'engage	Suit le précédent	Regarde et communique son intention de traverser	N'établit pas de contact visuel	Impossible à discerner	Cède	Ne cède pas	Cède	Ne cède pas	Cède	Ne cède pas	Cède	Ne cède pas	Nb véhicules qui s'arrêtent	Nb véhicules qui ne s'arrêtent pas	Nb vélos qui s'arrêtent	Nb vélos qui ne s'arrêtent pas	Nombre véhicules	Volume de véhicules /h	Nombre de piétons	Volume de piétons /h	Nombre de cyclistes	Volume de cyclistes/h	Nombre de piétons impliqués	Nombre de véhicules qui s'arrêtent
1	1	2		2		2										1	0	1	0	0		532	709	58	77	165	219	39	31	24	56
1	2	1		1	1			1							2	1		1	2	0	0										
1	3	1		1	1			1				1		2		1		0	1	0	3										
1	4	1	1			1		1								1		1	0	0	0										
1	5	1		1		1				1					1	1		1	1	0	0										
1	6	1	1			1		1								1		1	0	0	0										
1	7	2	2			1		1	2						1	1	1	2	1	0	0										

		Variables pour chaque observation de traversée																Variables pour l'ensemble du site														
N° Site	Id	Position du piéton			Comportement du piéton			Contact visuel			Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site								Respect/site	
1	8	2	2			2			2						1	1			1	1	0	0										
1	9	1	1			1			1						1		1		2	0	0	0										
1	10	2	2			1		1			2						1		1	0	0	0										
1	11	1	1		1				1					1	1	1			1	1	0	1										
1	12	2	1	1		2			1		1				1		1		2	0	0	0										
1	13	2	1	1		2			2						1				1	0	0	0										
1	14	1	1			1			1								1		1	0	0	0										
1	15	1		1	1				1								1		1	0	0	0										
1	16	1		1		1			1					1					0	0	0	1										
1	17	1	1				1		1						1				1	0	0	0										
1	18	1	1			1			1						1				1	0	0	0										
1	19	1	1			1			1						1				1	0	0	0										
1	20	1		1	1				1							8		4	0	12	0	0										
1	21	1	1			1			1			1	1	1					0	0	1	2										
1	22	2	2			1		1	2					1		1	1	2	1	0	0											
1	23	1	1		1				1			1		1	1				1	0	0	2										
1	24	2	2			1		1	2					1					1	0	0	0										
1	25	1	1			1			1								1		1	0	0	0										
1	26	1	1		1				1			2							0	0	0	2										
1	27	1		1		1			1			1	1		1	1			1	1	1	1										
1	28	1	1		1				1					1	1	1			2	1	0	0										
1	29	1		1	1				1					1		1			2	0	0	0										
1	30	1	1			1			1								1		1	0	0	0										

		Variables pour chaque observation de traversée																		Variables pour l'ensemble du site														
N° Site	Id	Position du piéton			Comportement du piéton				Contact visuel			Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site								Respect/site		
1	31	1		1	1						1	1	3			1	1			1	1	1	3											
2	32	3		3		3				3						1				1	0	0	0	497	622	44	59	279	372	26	8	28	22	
2	33	3	3		3						3						3		2	0	5	0	0											
2	34	1		1		1				1					1				1	0	1	0	1											
2	35	1		1	1					1					7		1		3	0	4	0	7											
2	36	7	5	2		7				1		6						1		1	0	0	0											
2	37	2		2	2					2					1	2				2	0	0	1											
2	38	1	1		1					1							1			0	1	0	0											
2	39	2	2		2					2										0	2	0	0											
2	40	2	2		2					2							4		3	0	7	0	0											
2	41	1		1	1					1					1	2				2	0	0	1											
2	42	1		1		1				1							1	1	2	1	3	0	0											
2	43	2	2		2						2						1	4		1	1	5	0	0										
3	44	1	1		1						1						1			1	0	0	0	234	312	4	5	26	35	2	1	1	50	
3	45	1	1		1					1							1			0	1	0	0											
4	46	2		2	2						2							1		1	0	0	0	1425	1900	12	16	63	84	10	9	39	19	
4	47	1	1		1					1							6			0	6	0	0											
4	48	2	1	1	1	1				1		1						1		1	0	0	0											
4	49	2	2				2				2						11	2		2	11	0	0											
4	50	1		1	1						1							2		2	0	0	0											
4	51	1	1		1					1			3				22	2		2	22	0	3											
4	52	1	1			1				1								1		1	0	0	0											

		Variables pour chaque observation de traversée																Variables pour l'ensemble du site																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
N° Site	Id	Position du piéton			Comportement du piéton			Contact visuel			Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site								Respect/site																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

		Variables pour chaque observation de traversée																		Variables pour l'ensemble du site																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
N° Site	Id	Position du piéton			Comportement du piéton			Contact visuel			Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site								Respect/site																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

		Variables pour chaque observation de traversée																		Variables pour l'ensemble du site																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
N° Site	Id	Position du piéton			Comportement du piéton				Contact visuel			Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site								Respect/site																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

		Variables pour chaque observation de traversée																Variables pour l'ensemble du site												
N° Site	Id	Position du piéton			Comportement du piéton			Contact visuel			Vélo coté A		Vélo coté B		Véhicule. Coté A		Véhicule. Coté B		Nb véhicules arrêtés/observation				Volumes de circulation/site						Respect/site	
8	122	1	1			1			1							1				0	1	0	0							
8	123	1		1		1			1							2		1		0	3	0	0							
8	124	1		1		1			1				1		1		3		2		0	5	0	2						
8	125	1		1	1				1				8				8		10		0	18	0	8						
8	126	1		1		1			1							1				0	1	0	0							
8	127	2		2		1		1	1							1		3		0	4	0	0							
8	128	2		2		2			2							3		2		0	5	0	0							
8	129	1		1		1			1							1				0	1	0	0							
8	130	1		1		1			1							2				0	2	0	0							
8	131	1	1			1			1							1				0	1	0	0							
8	132	1	1		1		1		1							1				0	1	0	0							
8	133	2	2		2				2							3				0	3	0	0							

7.4 Schémas des passages pour piétons à l'étude

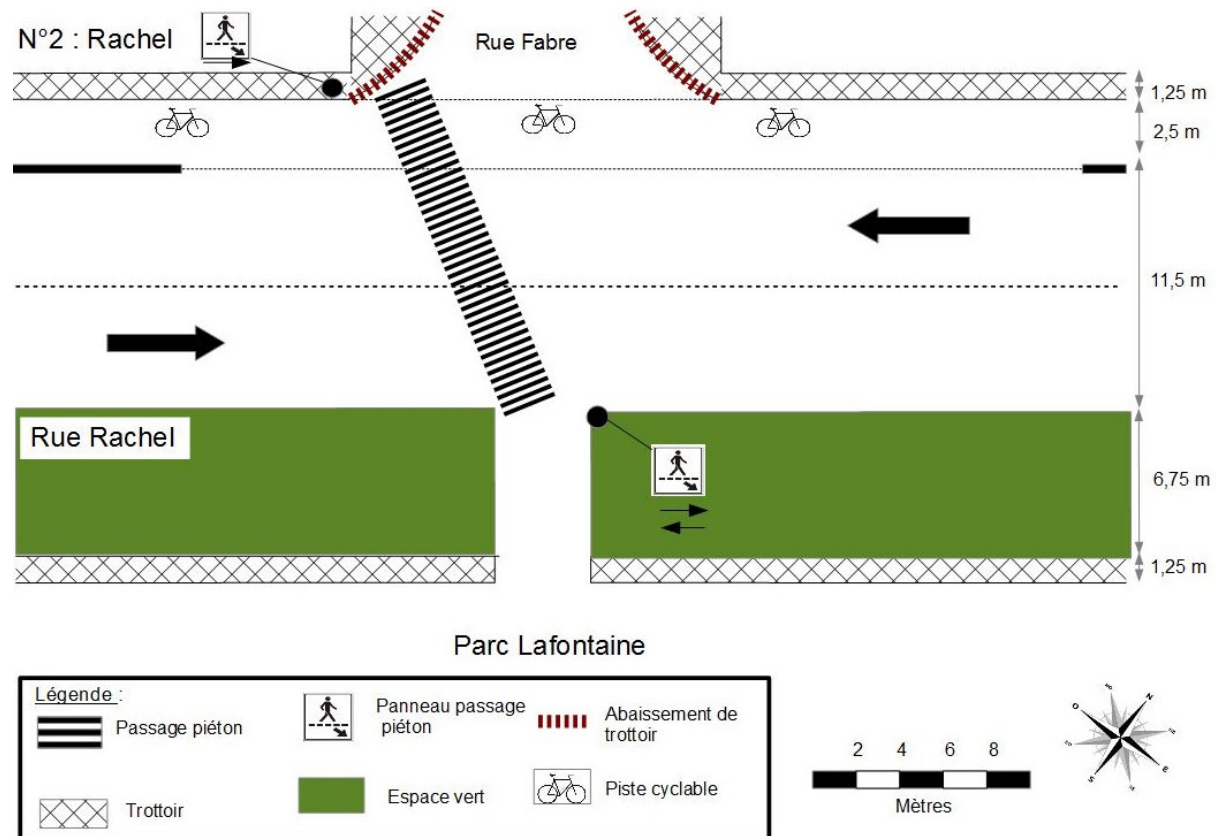


Figure 7-1 : Site # 2, rue Rachel

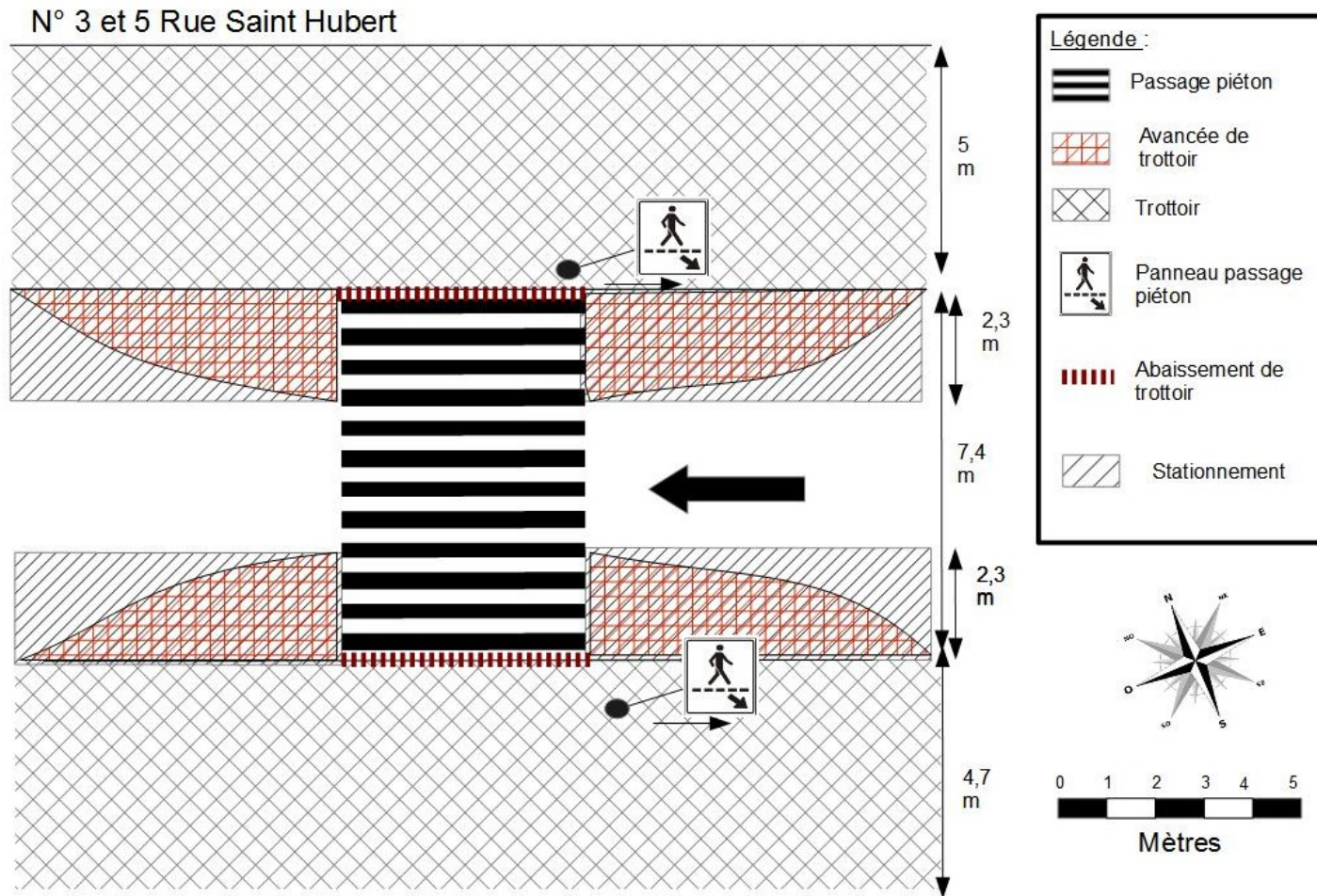


Figure 7-2 : Sites # 3 et # 5, rue Saint-Hubert

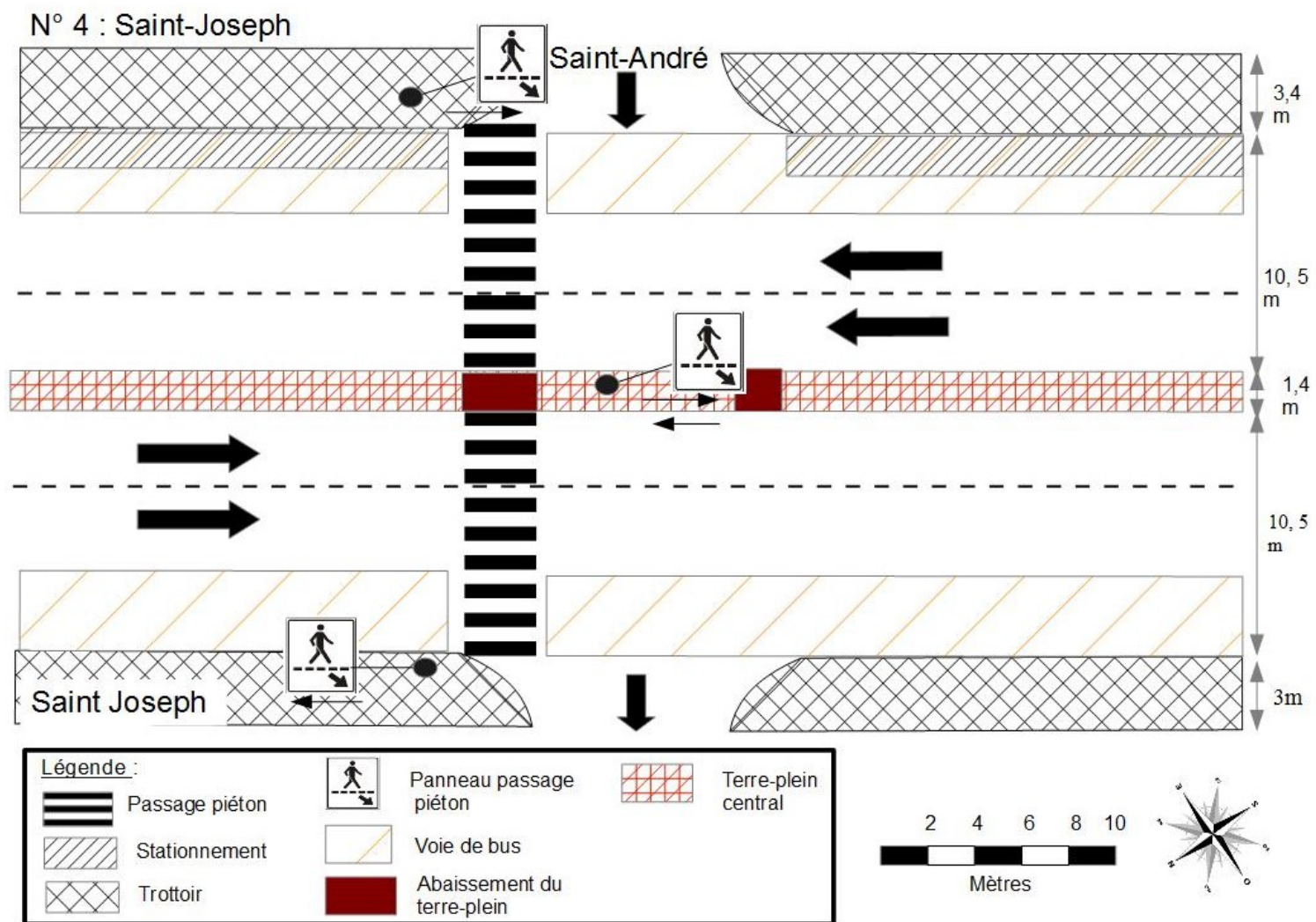


Figure 7-3 : Site # 4, boulevard Saint-Joseph

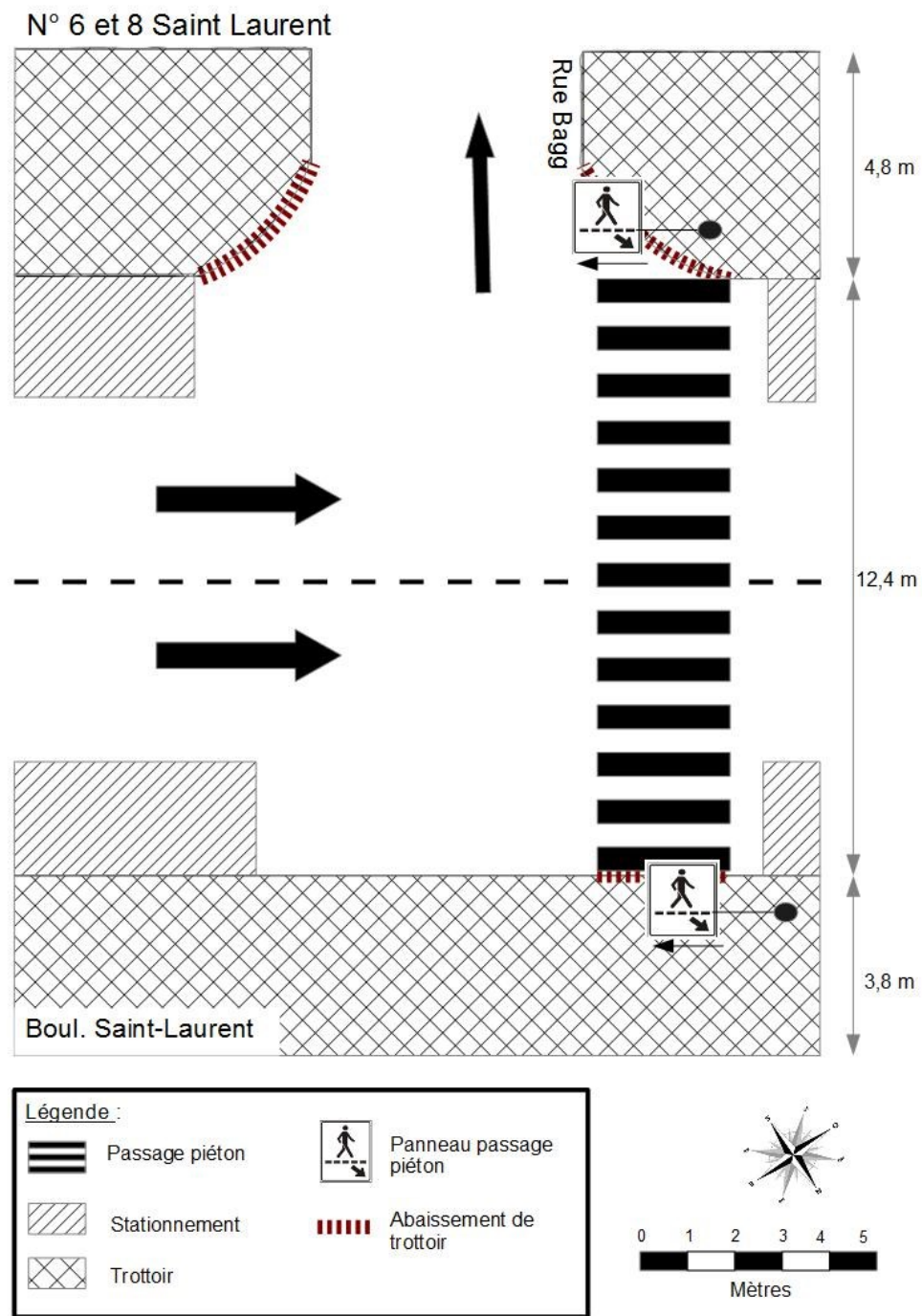


Figure 7-4: Site # 6 et # 8 boulevard Saint Laurent

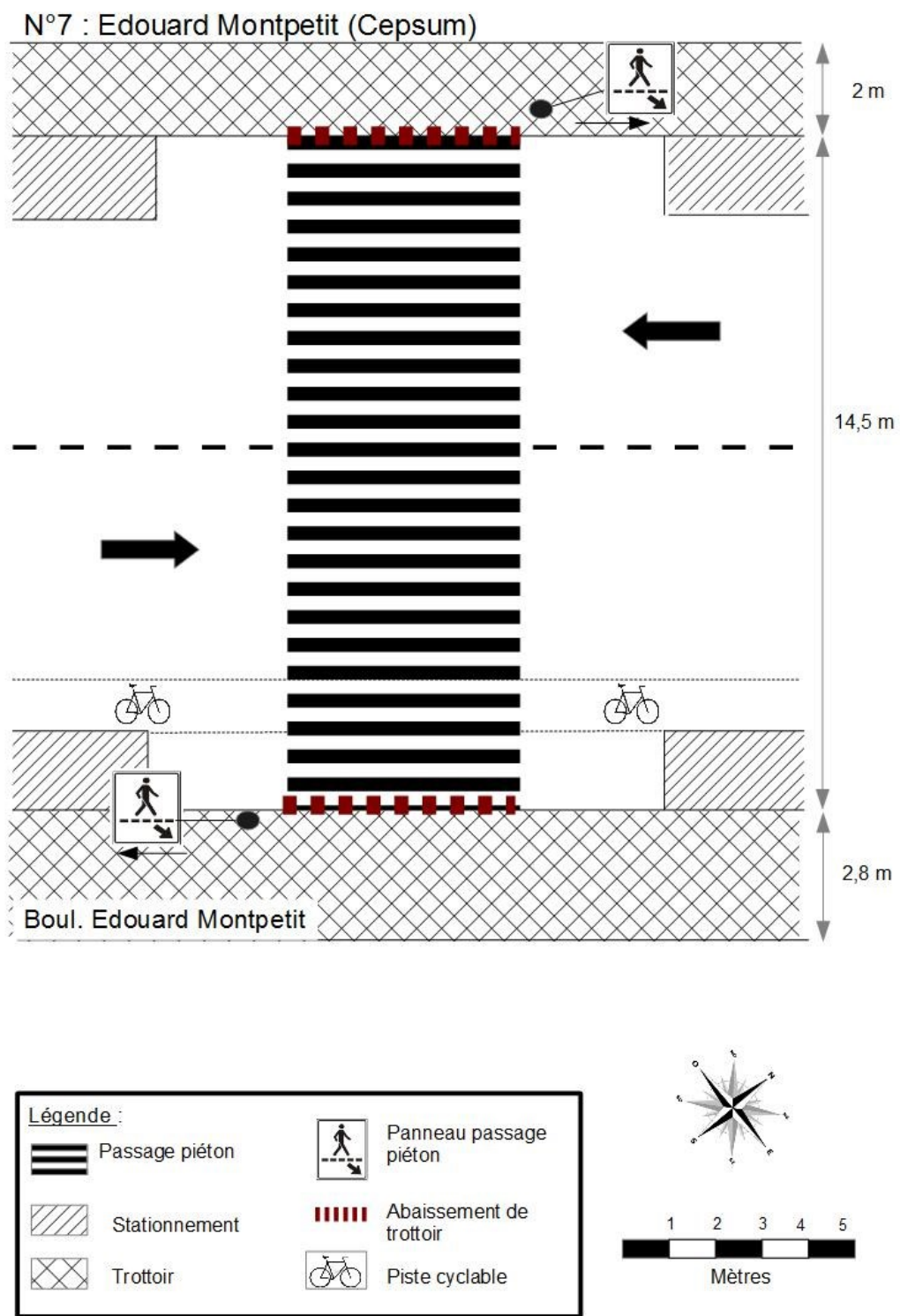


Figure 7-5: Site # 7 boulevard Édouard Montpetit (face Cepsum)

7.5 Valeurs critiques

Tableau 7-3 : Test de significativité de cinq variables environnementales.

Variables environnementales	Valeurs critiques	Alpha	
		0,1	0,05
Distance de l'intersection la plus proche	0,062257	SIGNIFICATIF	Non significatif
Largeur du passage	0,058061	SIGNIFICATIF	Non significatif
Volume de véhicules	0,086041	SGNIFICATIF	Non significatif
Volume de piétons	0,108219	Non significatif	Non significatif
Nbr. de piétons en interaction avec une/des véhicules/ h	0,182524	Non significatif	Non significatif

7.6 Matrice des variables environnementales

Comme cela a déjà été soulevé par Schroeder et Rouphail (2010), il est plausible de croire que ce soit l'effet d'un ensemble de variables présentes en un site qui influence l'arrêt du conducteur et non une variable à elle seule. Dans le cadre de cette étude, une démarche est proposée pour créer une matrice des variables environnementales. C'est une ébauche de modèle dans lequel on entre une série d'informations issues de l'environnement routier (ex. : longueur du passage, nombre de voies de circulation) en fonction des critères de pointage. Le pointage final permet de caractériser l'environnement routier et peut-être confronté au taux de respect.

Un plus grand nombre d'observations permettrait d'obtenir un modèle pouvant éventuellement se valider par lui-même, ce qui ne voudrait pas nécessairement dire que ce modèle serait applicable partout. Pour l'instant, il s'agit d'un outil permettant de rendre compte de l'effet cumulé des variables observé aux sites par des scores, établir le degré de corrélation entre cet effet et les taux de respect observés aux sites.

La méthode de pointage est réalisée à l'aide du tableau de synthèse qui répertorie l'effet des variables, dégagées lors de l'analyse détaillée.

Un point est accordé au site lorsqu'il possède une variable susceptible de défavoriser le respect de la priorité piétonne. Un point est retiré si la variable est susceptible d'être défavorable à l'arrêt du véhicule. Aucun point n'est accordé si la variable est absente ou prend une valeur différente de la valeur définie. Les étapes sont ainsi répétées pour chacune des variables, pour chaque site.

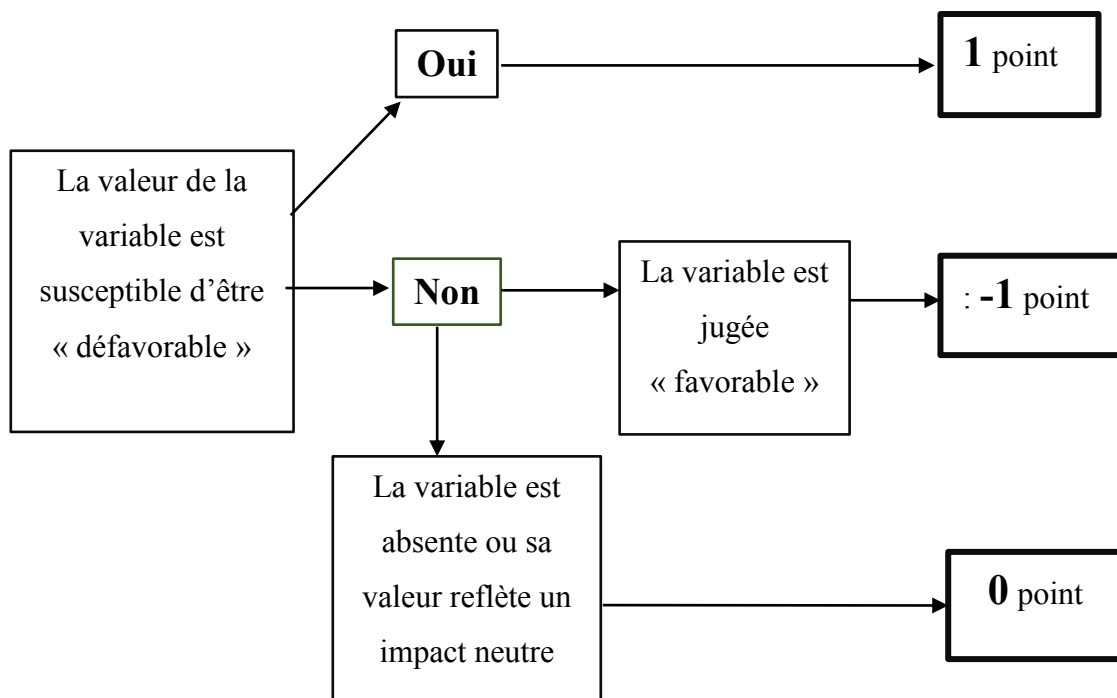


Figure 7-6 : Méthode de pointage pour les variables environnementales

À la fin de la compilation, chaque site se voit attribuer une note. Cette note caractérise l'environnement en prenant en compte l'ensemble des variables. Au plus la note est haute au plus le site présente des caractéristiques susceptibles de nuire à l'arrêt du conducteur. Un test de corrélation (calcul du r^2) entre les scores et les taux de respect sont calculés pour l'ensemble des sites. Un test de régression linéaire doit être réalisé pour savoir si les résultats obtenus sont significatifs.

La matrice des variables environnementales sert à interpréter les résultats en prenant en compte les variables environnementales dans leur ensemble. Grâce à la méthode de notation détaillée et la (Figure 7-6), des points sont attribués à chaque variable. Un score total est obtenu pour chaque site. Ce score caractérise l'environnement du passage pour piétons. Un score élevé reflète la présence de variables environnementales qui n'apparaissent pas favoriser le respect de la priorité piétonne dans l'étude. L'ensemble de ce pointage brut est représenté dans le Tableau 7-4 ci-dessous.

Tableau 7-4 : Matrice des variables environnementales

N° site	Variables environnementales												Scores	Taux de respect
	Distance de l'intersection la plus proche	Largeur du passage	Nombre de voies	Stationnement	Rétrécissement de chaussée	Terre-plein	Nuisance à la visibilité	Signalisation supplémentaire	Marquage	Double voie à sens unique	Volume de véhicules/h	Volume de piéton par heure		
1	0	0	1	1	0	0	0	-1	0	0	1	0	2	56,4
2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	22,2
3	0	0	0	1	-1	0	1	-1	0	0	0	1	1	50
4	1	1	1	1	0	-1	1	0	0	1	1	1	7	18,8
5	0	0	0	1	-1	0	1	-1	0	0	0	0	0	46,4
6	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	8	12,9
7	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	78,8
8	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	7	4,3
r = -0,75														

Le coefficient de corrélation entre les scores reflétant les variables environnementales et les taux de respect de la priorité piétonne est de -0,75. Il reflète une corrélation négative, entre ces deux variables. Les scores les plus élevés, sites # 8, # 6 et # 4 sont bien associés à de faibles taux de respect. A contrario, les scores les plus bas, sites # 7, # 5 et # 3 sont associés à des taux plus élevés. Le site # 1 présente un score dans la moyenne, il en va de même pour le taux de respect qui lui est associé. Le site # 2 en revanche présente un taux de respect faible (22%) et un score dans la médiane. L'hypothèse nulle stipulant que les deux variables sont dépendantes peut être acceptée avec une marge d'erreur de 5 % avec une valeur critique de 0,0007. Dans le cadre de l'étude, il apparaît que lorsqu'elles sont prises dans leur ensemble, les caractéristiques environnementales renvoient aux taux de respect.

La matrice des variables environnementale obtenue n'est qu'une ébauche, puisque la validité des résultats est encore sous-jacente à un nombre plus important de données pour le valider. Elle permet essentiellement d'apprécier comment il serait possible d'intégrer l'ensemble des variables d'un site pour évaluer leur impact. Elle deviendrait un outil utile pour interpréter la sécurité d'un passage existant ou pour entrevoir la sécurité d'un passage planifié, une fois que les impacts de l'aménagement et de la configuration routière sont connus.